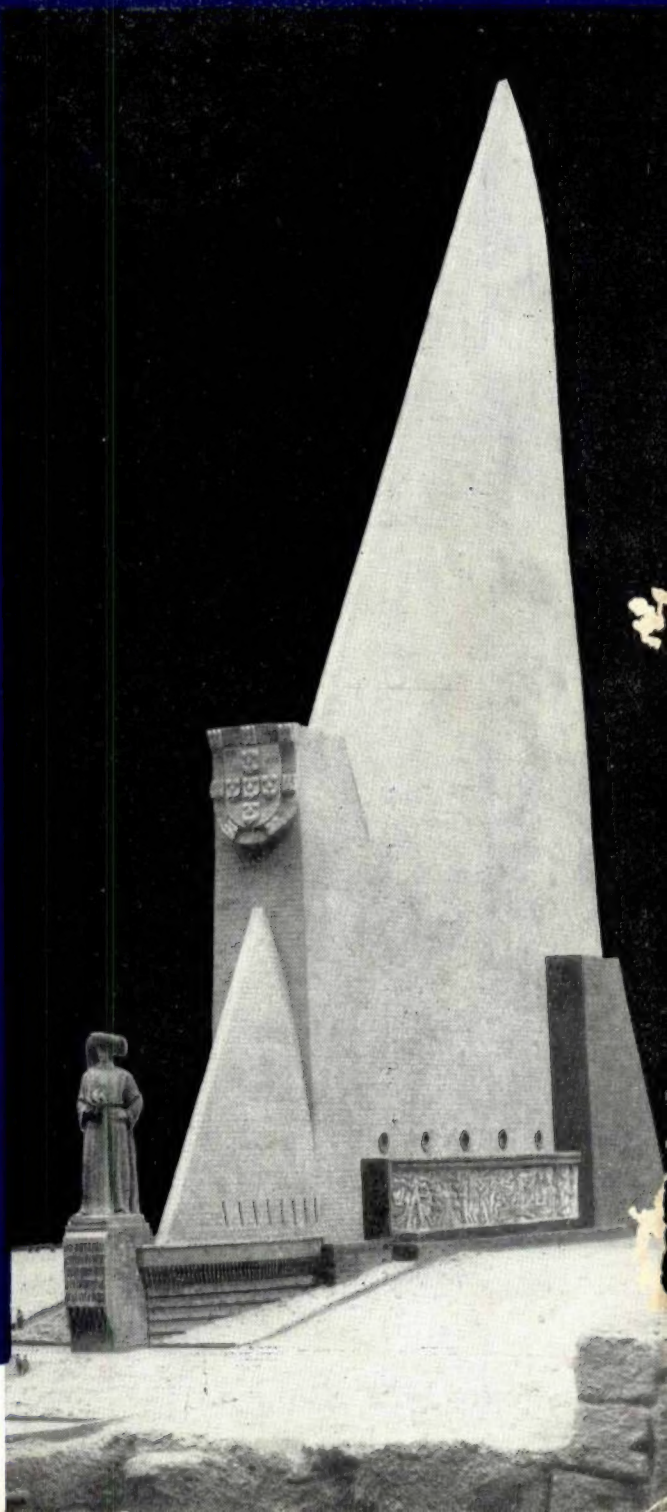
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 98 - Janeiro - 1939

"LUSALITE"

INCOMBUSTÍVEL
LEVE
RESISTENTE
ISOLADOR
IMPUTRESCÍVEL

fibro-cimento nacional

EM

Tubos para pressões hidráulicas de 3 a 12 K.os/cm.2
Chapas onduladas para coberturas
Chapas lisas para revestimento de tetos, tabiques, etc.
Produtos da Sociedade Portuguesa de Fibro-cimento

ÚNICOS CONCESSIONÁRIOS:

CORPORAÇÃO MERCANTIL PORTUGUESA, L.da

Rua de S. Nicolau, 123

Telefones: 2 3948 — 2 8941 — **LISBOA** — Telegramas: **Lusalite**

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de tôdas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NÚMERO
98
Janeiro—1939

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N./ TEL. 49144 (linha 50)

DIRECTOR
Roberto M. Charters d'Azevedo
ADMINISTRADOR
PEDRO ARSÉNIO NUNES
BIBLIOTECÁRIO
CARLOS KRUS ABECASIS
CORPO REDACTORIAL
ISABEL MARIA GAGO
MANUEL REIS DE CARVALHO
ARTUR SILVA MARQUES

NÚMERO AVULSO..... 5$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	12$00	23$00	44$00
Colónias Portuguesas e Espanha...	—	30$00	55$00
Estrangeiro...	—	40$00	70$00

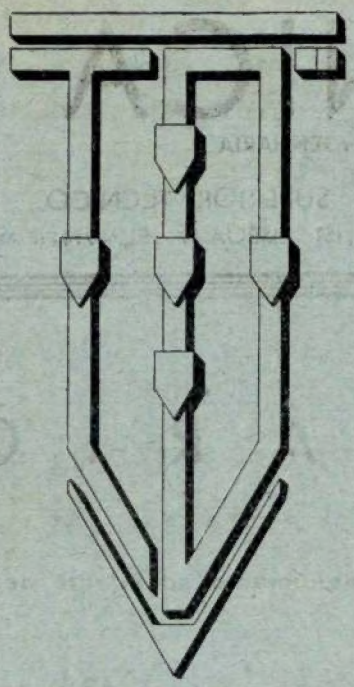
EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ALUNOS DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NAS
OFICINAS FERNANDES
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — «Maquette» dum monumento ao Infante de Sagres. (Arq. Vasco Marques).

		Págs.
Sistemas canónicos às derivadas parciais	Doutor Mira Fernandes	87
Análise dos gases do túnel do Rossio	Eng. Pio Leite	90
Projecto dum monumento ao Infante de Sagres	Eng. Celestino da Costa e H. Granger Pinto	92
Apontamentos sôbre as Termas de Monte-Real	Eng. Luiz de Saldanha Oliveira e Sousa	114
Questões radioelectrotécnicas	Eng. Paulo de Brito Aranha	118
Vida escolar e associativa		124
Do Mundo Técnico		125
Notas bibliográficas		128
Publicações recebidas		128



FUNDAÇÕES GARANTIDAS

Um processo especial para cada caso

Eng. Ricardo E. Teixeira Duarte

Projecto e execução de tôdas as fundações de responsabilidade feitas ùltimamente em Lisboa

Consolidações do solo

Captações de águas

Sondagens geológicas

EMPRÊSA DE SONDAGENS E FUNDAÇÕES L.DA

Rua Augusta, 280, 3.º e 4.º — LISBOA

Granulados de mármores

para exportação e para o país

Mosaicos de granulados de mármore

OS MAIS BONITOS
OS MAIS RESISTENTES
OS MAIS VANTAJOSOS

Soc. Portuguesa CADAN

Rua D. Estefania, 42

Telefone 47812 *Lisboa*

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

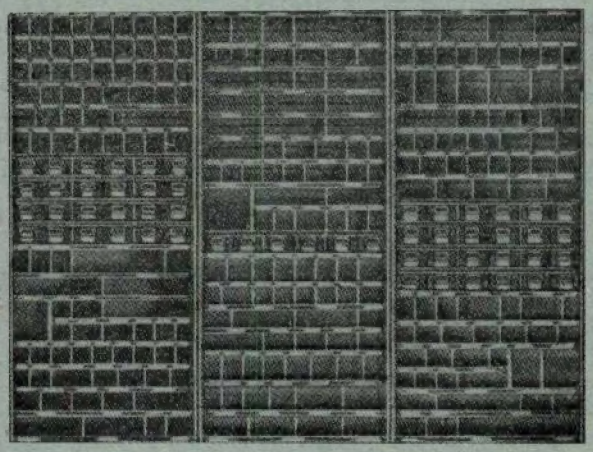
LISBOA

Telefone 26572

FABRICA PORTUGAL

S. A. R. L.

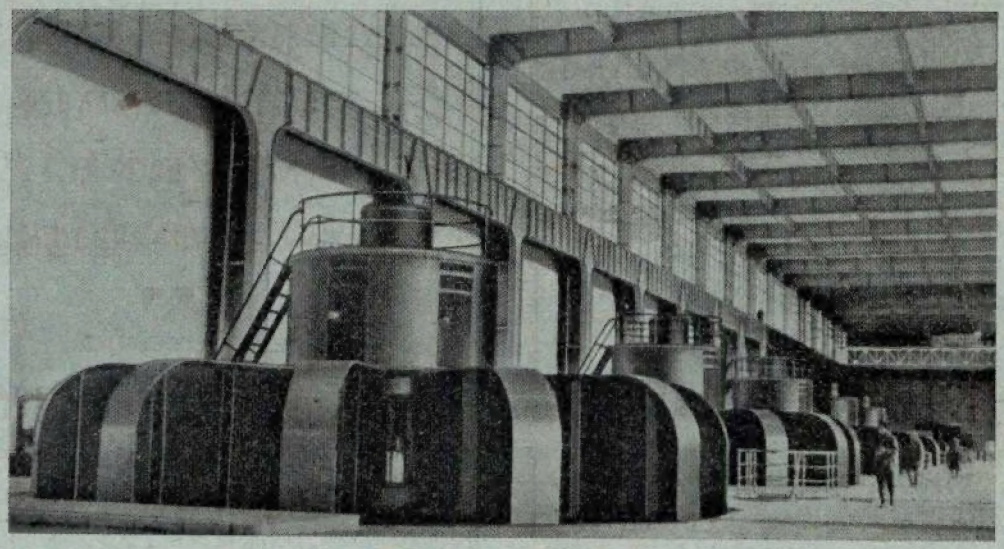
Armações desmontáveis em chapa de aço para armazenagem de peças de automóveis, ferragens, etc., etc.



Rua Febo Moniz -- LISBOA -- Tel. 4 7157/9

GENERAL ELECTRIC

Schenectady, N. Y.



Central hidroeléctrica com 5 geradores General Electric de 77.500 kVA, 88 r. p. m. cada um

Motores e dínamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão. Centrais termo e hidroeléctricas. Electrificação de fábricas. Tracção eléctrica. Máquinas para soldadura eléctrica. Automotoras Diesel-Eléctricas. Turbinas de vapor. Máquinas frigoríficas. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc.

THOMSON
GENERAL ELECTRIC
Portuguesa, L.da

LISBOA
Rua do Norte, 5

Telef. 2 8135 - 2 8136

SERAFIM RAMOS, LIMITADA

FABRICA DE GESSOS

TELEFONE 6 0303 — ENDEREÇO TELEGRÁFICO: GESSO

CHAPAS EM GESSO ARMADO
nosso fabrico com gesso de 1.ª. São as mais baratas e resistentes do mercado permitindo melhor trabalho
Gessos d'estuque, português, francês, espanhol *e alemão para cerâmica* de superior qualidade, fino para trabalhos dentários e ortopédicos, mate e de pintor
Cimento PORTLAND branco para estuques interiores, exteriores e trabalhos artísticos. Cimento branco para escaiola, Cré holandês, Betumes de pedra, Giz, etc.

Ceresit e Ceresitol contra a humidade

SÉDE SOCIAL — FÁBRICA
Rua do Caes do Tojo, 71 × Av. Presidente Wilson, 42 a 58
LISBOA

Nomogramas
para o Cálculo de Betão Armado
pelo Eng. Vasco Costa

À venda na Redacção da «Técnica»

EMULSÕES
de asfalto para estradas

Todos os tipos e percentagens

TELEFONE 2 0879
Telegramas: Epalda — LISBOA

FÁBRICA EM SACAVÉM

Barricas de 180 kilos

Sacos de juta de 50 kilos

Sacos de papel de 50 kilos

Sede: Rua do Caes de Santarem, 64, 1.º — LISBOA
Filial do Norte: Rua Formosa, 297, 1.º — PORTO

AGÊNCIAS EM TODO O PAÍS

União Eléctrica Portugueza, S. A.

SEDE SOCIAL

Rua Duque de Loulé, 240 — PORTO

CAPITAL { Acções..... 40:000 contos
Obrigações 30:500 contos

ELECTRICIDADE DO LINDOSO

FORÇA { Hidráulica..... 40:000 HP
Térmica ..... 20:000 HP

Potência já contratada 20:000 HP
Potência disponível... 22:000 HP

Extensão total das linhas em exploração: 1:000 quilómetros

A **U. E. P.** tem as melhores tarifas e concede as maiores facilidades para electrificação de fábricas e para abastecimento de rêdes de distribuïção nos Distritos de: **Viana do Castelo, Braga, Pôrto, Aveiro, Coimbra, Vizeu e Leiria.**

Consultai a U. E. P.

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.

Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

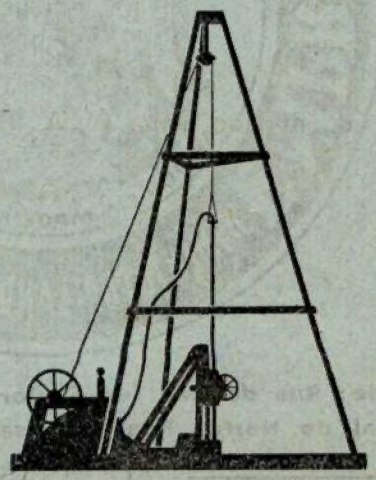
COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMERCIO, 56, 3.º
LISBOA

Sondages. Etanchements. Consolidations "Procédés Ródio"

Sondagens geológicas
Estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geofísico
Consolidação e impermeabilização de terrenos e alvenarias por meio de injecções de cimento, produtos químicos, emulsão betuminosa Shellperm, etc.
Estacas de beton armado, sistema **Ródio** sem fazer trepidar o solo
Rebocos comprimidos por «cement gun»
Fundações em terrenos difíceis por congelação artificial, ou baixando o nível da água friática.

Sociedade Anónima com séde em PARIS

As melhores referências no paiz e no estrangeiro



Engenheiro delegado para Portugal

Walter Weyermann

P. do Município, 32-2.º--LISBOA Tel. 2 8685

TÉCNICA

ROBERTO CHARTERS D'AZEVEDO
DIRECTOR

ANO XIV - N.º 98 JANEIRO 1939

Sistemas canónicos às derivadas parciais

PELO DOUTOR MIRA FERNANDES
PROF. DO I. S. T.

A condição de estacionaridade do integral duplo

$$\iint_A L\left(x, y, q, \frac{\partial q}{\partial x}, \frac{\partial q}{\partial y}\right) dx\, dy,$$

verificadas as condições conhecidas de existência e continuïdade das derivadas parciais de L, é dada, como se sabe, pela equação

$$1) \quad \frac{\partial L}{\partial q} - \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial L}{\partial q'_x}\right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial L}{\partial q'_y}\right) = 0 ,$$

pondo

$$\frac{\partial q}{\partial x} = q'_x \quad \text{e} \quad \frac{\partial q}{\partial y} = q'_y .$$

Façamos

$$2) \qquad p_x = \frac{\partial L}{\partial q'_x}, \quad p_y = \frac{\partial L}{\partial q'_y}$$

e

$$H = p_x\, q'_x + p_y\, q'_y - L.$$

Para um dado *ponto* (x, y), a variação de H será

$$\partial H = p_x\, \partial q'_x + p_y \partial q'_y + q'_x\, \partial p_x + q'_y \partial p_y -$$
$$- \frac{\partial L}{\partial q}\, \partial q - \frac{\partial L}{\partial q'_x}\, \partial q'_x - \frac{\partial L}{\partial q'_y}\, \partial q'_y .$$

Ou, em virtude de 2),

$$3) \quad \partial H = q'_x\, \partial p_x + q'_y \partial p_y - \frac{\partial L}{\partial q}\, \partial q .$$

Supondo a função L quadrática em q'_x e q'_y, o sistema 2) determina q'_x e q'_y em função de p_x, p_y, q, x e y, duma maneira única, porque é linear. E, portanto, H pode exprimir-se no mesmo sistema de variáveis.

Por outro lado, de 1) resulta

$$\frac{\partial L}{\partial q} = \frac{\partial p_x}{\partial x} + \frac{\partial p_y}{\partial y} .$$

Logo, de 3) vem

$$(I) \begin{cases} \dfrac{\partial q}{\partial x} = \dfrac{\partial H}{\partial p_x} \\[2ex] \dfrac{\partial q}{\partial y} = \dfrac{\partial H}{\partial p_y} \\[2ex] \dfrac{\partial p_x}{\partial x} + \dfrac{\partial p_y}{\partial y} = -\dfrac{\partial H}{\partial q} \end{cases}$$

sistema canónico de três equações lineares às derivadas parciais, em q, p_x e p_y, de 1.ª ordem, *equivalente* à equação 1), de 2.ª ordem em q.

Multiplicando as equações do sistema (I) respectivamente por $\frac{\partial p_x}{\partial x}$, $\frac{\partial p_y}{\partial x}$, $-\frac{\partial q}{\partial x}$ e somando, vem

$$\frac{\partial q}{\partial x}\frac{\partial p_x}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y}\frac{\partial p_y}{\partial x} - \left(\frac{\partial p_x}{\partial x} + \frac{\partial p_y}{\partial y}\right)\frac{\partial q}{\partial x} =$$
$$= \frac{\partial H}{\partial p_x}\frac{\partial p_x}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial p_y}\frac{\partial p_y}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial q}\frac{\partial q}{\partial x} ,$$

ou

$$4)\quad \frac{\partial q}{\partial y}\frac{\partial p_y}{\partial x}-\frac{\partial p_y}{\partial y}\frac{\partial q}{\partial x}=\frac{\overline{\partial H}}{\partial x}-\frac{\partial H}{\partial x}$$

representando por $\frac{\overline{\partial H}}{\partial x}$ a derivada parcial de $H(x, y, q, p_x, p_y)$ em ordem a x, atendendo a que q, p_x e p_y são funções de x; e por $\frac{\partial H}{\partial x}$ a simples derivada parcial de H em ordem a x.

A equação 4) pode, pois, escrever-se

$$4)\quad \frac{\partial(p_y, q)}{\partial(x, y)}=\frac{\overline{\partial H}}{\partial x}-\frac{\partial H}{\partial x};$$

ou, com a forma dos parêntesis de Poisson,

$$4)\quad (p_y, q)_{x,y}=\frac{\overline{\partial H}}{\partial x}-\frac{\partial H}{\partial x}.$$

E da mesma forma se vê que

$$4')\quad \frac{\partial(q, p_x)}{\partial(x, y)}=\frac{\overline{\partial H}}{\partial y}-\frac{\partial H}{\partial y},\quad \text{ou}$$

$$4')\quad (q, p_x)_{x,y}=\frac{\overline{\partial H}}{\partial y}-\frac{\partial H}{\partial y}.$$

É claro que, só para duas funções e duas variáveis canónicas, os parêntesis de Lagrange e os de Poisson coincidem; e podemos escrever

$$4'')\quad \begin{cases} [x, y]_{p_y, q}=\dfrac{\overline{\partial H}}{\partial x}-\dfrac{\partial H}{\partial x} \\[2ex] [x, y]_{q, p_x}=\dfrac{\overline{\partial H}}{\partial y}-\dfrac{\partial H}{\partial y}. \end{cases}$$

É fácil ver ainda que, em virtude de (I),

$$\text{II)}\quad \begin{cases} (q, H)_{q, p_x}=\dfrac{\partial q}{\partial x} \\[2ex] (q, H)_{q, p_y}=\dfrac{\partial q}{\partial y} \\[2ex] (p_x, H)_{q, p_x}=(p_y, H)_{q, p_y}=\dfrac{\partial p_x}{\partial x}+\dfrac{\partial p_y}{\partial y} \\[2ex] (p_x, H)_{q, p_y}=(p_y, H)_{q, p_x}=0 \end{cases}$$

(Parêntesis de Poisson ou de Lagrange).

Se L não depende explicitamente de x, y, outro tanto acontece a H; isto é,

$$\frac{\partial H}{\partial x}=\frac{\partial H}{\partial y}=0.$$

Nesse caso, se fôr

$$\begin{cases} [x, y]_{p_y, q}=0 \\ [x, y]_{q, p_x}=0 \end{cases}$$

será H = constante.

* * *

A análise é fàcilmente generalizável.

Seja dado o integral

$$5)\quad \iint\cdots\int L\left(x_1, x_2, \ldots, x_n, q^1, q^2, \ldots q^m, \frac{\partial q^1}{\partial x_1}, \ldots, \frac{\partial q^m}{\partial x_n}\right) dx_1 \ldots dx_n.$$

As equações de estacionaridade são

$$6)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial L}{\partial q^1}-\dfrac{\partial}{\partial x_1}\left(\dfrac{\partial L}{\partial q'^1_{x_1}}\right)-\cdots-\dfrac{\partial}{\partial x_n}\left(\dfrac{\partial L}{\partial q'^1_{x_n}}\right)=0 \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \dfrac{\partial L}{\partial q^m}-\dfrac{\partial}{\partial x_1}\left(\dfrac{\partial L}{\partial q'^m_{x_1}}\right)-\cdots-\dfrac{\partial}{\partial x_n}\left(\dfrac{\partial L}{\partial q'^m_{x_n}}\right)=0 \end{cases}$$

com as notações

$$\frac{\partial q^i}{\partial x_k}=q'^i_{x_k}.$$

Se fizermos

$$7)\quad \frac{\partial L}{\partial q'^i_{x_k}}=p^i_{x_k}$$

e

$$8)\quad H=\sum_{ik} p^i_{x_k}\, q'^i_{x_k}-L$$

será, em virtude de 7), num dado ponto $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$,

$$9)\quad \delta H=\sum_{ik} q'^i_{x_k}\,\delta p^i_{x_k}-\sum_i \frac{\partial L}{\partial q'}\,\delta q^i.$$

Se L é quadrática nos $q'^i_{x_k}$, o sistema 7) determina os $q'^i_{x_k}$ em função dos $p^i_{x_k}$, q^i, x_i, porque é linear. E, portanto, H pode exprimir-se no mesmo sistema de variáveis.

Mas, de 6) resulta

$$10) \qquad \frac{\partial L}{\partial q^i} = \sum_k \frac{\partial p^i_{x_k}}{\partial x_k} \qquad (i = 1,2,\ldots,m)$$

E, portanto, de 9) conclui-se

$$11) \begin{cases} q'^i_{x_k} = \dfrac{\partial q^i}{\partial x_k} = \dfrac{\partial H}{\partial p^i_{x_k}} \\[2ex] \sum\limits_k \dfrac{\partial p^i_{x_k}}{\partial x_k} = -\dfrac{\partial H}{\partial q^i} \end{cases}$$

sistema *canônico* com $m\,n + m$ equações lineares às derivadas parciais de 1.ª ordem (*equivalente* ao sistema 6) de m equações de 2.ª ordem) onde entram as $m\,n + m$ variáveis dependentes q^i e $p^i_{x_k}$.

De 11) resulta ainda

$$\sum_{ik} \frac{\partial q^i}{\partial x_k} \frac{\partial p^i_{x_k}}{\partial x_l} - \sum_{ik} \frac{\partial p^i_{x_k}}{\partial x_k} \frac{\partial q^i}{\partial x_l} =$$

$$= \sum_{ik} \frac{\partial H}{\partial p^i_{x_k}} \frac{\partial p^i_{x_k}}{\partial x_l} + \sum_i \frac{\partial H}{\partial q^i} \frac{\partial q^i}{\partial x_l} .$$

Ou

$$12) \qquad \sum_k [x_k, x_l]_{q^i, p^i_{x_k}} = \overline{\frac{\partial H}{\partial x_l}} - \frac{\partial H}{\partial x_l}$$

análoga a 4'); onde, no primeiro membro, é nulo o termo onde $k = l$.

Se as variáveis independentes são *só duas* (e, portanto, o integral 5) é duplo) as equações 12) são da forma (se chamarmos às variáveis independentes x e y)

$$12') \begin{cases} [x, y]_{q^i, p^i_x} = \overline{\dfrac{\partial H}{\partial y}} - \dfrac{\partial H}{\partial y} \\[2ex] [y, x]_{q^i, p^i_y} = \overline{\dfrac{\partial H}{\partial x}} - \dfrac{\partial H}{\partial x}, \end{cases}$$

generalização de 4'').

Se H não contém explicitamente x e y e os parêntesis de Lagrange do primeiro membro de 12') *são nulos,* H *é constante.*

Análise dos gases do túnel do Rossio

PELO ENG.º PIO LEITE
ASSISTENTE DO I. S. T.

Quis a C. P. mandar proceder à análise dos gases do túnel do Rossio para reconhecer se êles poderiam ter qualquer acção nociva sôbre uma conduta de cimento que pretendia construir no túnel para levar a água da estação de Campolide para a do Rossio.

Quis ainda a C. P. ter a amabilidade de me encarregar dessa análise.

* * *

Os gases que poderiam ter uma acção nociva eram, a meu ver, os anidridos carbónico, sulfuroso e sulfúrico, provenientes da combustão da hulha nas locomotivas, visto não se conhecer qualquer nascente de gases naturais no próprio túnel.

Tinha-se em vista determinar a concentração máxima dêsses gases e não a sua concentração média. Por isso a colheita foi feita logo após a passagem dos combóios ascendentes (do Rossio para Campolide) e procurando os pontos em que a acumulação dos gases era maior.

O dispositivo adaptado para a colheita dos gases foi o seguinte: no extremo de uma vara, suficientemente comprida para poder atingir a abóbada do túnel, prenderam-se, a par, dois tubos de borracha, cujos outros extremos estavam ligados cada um a seu sistema de absorpção.

Êste era constituído por um pequeno balão, contendo um volume conhecido de uma solução recente de barita de título conhecido, tapado com uma rôlha de borracha com dois furos: um dos furos atravessado por um tubo de vidro dobrado em ângulo recto e que mergulhava no balão até quási ao fundo dêle; o outro furo atravessado por um tubo de vidro também dobrado em ângulo recto e que mergulhava no balão cêrca de 1 cm. Êste segundo tubo estava ligado ao dispositivo de aspiração.

O dispositivo de aspiração era formado por um frasco de vidro, com cêrca de 6 litros de capacidade, totalmente cheio de água e funcionando como vaso de Mariotte, para produzir uma aspiração constante, que era regulada com pinças de Hofmann de forma a obter uma velocidade de passagem dos gases suficientemente lenta para que fôssem absorvidos totalmente. As velocidades eram sensivelmente iguais nos dois balões.

Todo o dispositivo de absorpção e aspiração foi montado dentro de um dos refúgios do túnel.

Logo após a passagem de um combóio ascendente um operário percorria com a ponta da vara os pontos em que a concentração dos gases era máxima, ao mesmo tempo que se abriam as pinças que regulavam o esgôto da água dos frascos aspiradores. Terminava-se a colheita logo que a concentração dos gases, por efeito da ventilação natural do túnel, começava a baixar. Repetiu-se esta operação as vezes necessárias para se ter uma colheita razoável de gases.

Pelo volume da água esgotada calculou-se o volume de gases aspirados, tendo-se feito a devida correcção do volume de ar contido no conjunto de aspiração.

A seguir a cada um dos balões de absorpção foi montado um balão semelhante para prever o caso em que a absorpção dos gases não fôsse total no primeiro balão; o líquido nestes balões testemunhas manteve-se perfeitamente límpido.

Os gases aspirados, atravessando a solução de barita contida nos pequenos balões deram lugar à formação de um precipitado constituído por carbonato, sulfito e sulfato de bário.

A dosagem dêstes sais foi efectuada no laboratório de Química Analítica do I. S. T. da seguinte maneira:

Os líquidos contidos nos balões foram filtrados por filtros de análise de filtração rápida, prèviamente tarados. Simultâneamente foi filtrado igual volume da solução de barita por um filtro igual. Procedeu-se assim para se poder fazer a correcção devida à carbonatação da solução de barita durante a sua introdução nos balões e filtração subseqüente.

Os filtros, lavados, sêcos e novamente pesados, deram o pêso do precipitado constituído, como ficou dito, por carbonato, sufito e sulfato de bário.

Um dos filtros, tratado a seguir com ClH dil., lavado, sêco e novamente pesado dá o pêso do SO_4 Ba residual (deduzido evidentemente o pêso do próprio filtro).

Por diferença para o pêso do filtro com os precipitados obtém-se o pêso de CO_3 Ba + + SO_3 Ba.

No líquido clorídrico filtrado doseou-se o Ba pelo SO_4 H_2.

O pêso dêste SO_4 Ba permite calcular o pêso de Ba, proveniente da solubilização do carbonato e sulfito de bário.

O outro filtro tratado por água de Br (para oxidar o SO_3 Ba) depois por ClH dil., lavado, sêco e novamente pesado deu o pêso do SO_4 Ba inicialmente existente e do formado por oxidação de sulfito. Deduzindo dêste pêso o pêso do SO_4 Ba determinado no tratamento do primeiro filtro, obteve-se o pêso de SO_4 Ba proveniente da oxidação do SO_3 Ba e por conseqüência o pêso dêste sal.

No líquido clorídrico do tratamento dêste segundo filtro doseou-se o Ba, o que permitiu calcular o pêso de CO_3 Ba inicialmente existente no filtro.

A soma dos pêsos de SO_3 Ba + CO_3 Ba assim determinados foi igual à soma dos mesmos sais obtida, por diferença, no tratamento do primeiro filtro. Outra verificação: o pêso do Ba do sulfito e carbonato de bário determinado no segundo filtro era igual ao do Ba contido no líquido clorídrico do tratamento do primeiro filtro.

Escusado é dizer que todos estes cálculos e determinações foram feitos referindo-os sempre a litro de gases aspirados.

Os resultados obtidos, referidos a metro cúbico de gás aspirado foram os segnintes:

CO_2	1,3419 litros
SO_2	0,1108 »
SO_3	0,3791 »

A concentração normal do CO_2 no ar é de 3 /10.000.

A meu ver a concentração dêstes gases na atmosfera do túnel não deve ter acção nociva sôbre a canalização de cimento, tanto mais que tais concentrações só se verificam em pequenos intervalos de tempo, visto que a passagem de combóios descendentes produz uma enérgica aspiração dos gases que são obrigados a sair pela chaminé que o túnel tem a cêrca de metade do seu comprimento, e pela boca do túnel do lado da estação do Rossio.

PROJECTO DUM MONUMENTO AO INFANTE DE SAGRES

Cálculo das estruturas constituídas por superfícies planas (Flächentragwerk)

pelos Eng.os Civis (I. S. T.) P. CELESTINO DA COSTA e H. GRANGER PINTO

As considerações que se seguem, referentes à parte técnica do projecto classificado em 2.º lugar no 2.º concurso para o monumento ao Infante (Arquiteto Vasco Marques) foram feitas tendo em atenção constituirem elas um artigo de revista e não memória descritiva e cálculos de um projecto. Por isso abandonámos muitos pormenores e cálculos sem interêsse de maior para nos ocuparmos principalmente da concepção da estrutura e seu método de cálculo.

O problema era o seguinte: conceber e dimensionar a estrutura de um monumento cuja arquitectura consistia na estilização de uma vela (ver fig. da capa) — massiço de fraca espessura e grande superfície lateral.

A natureza e a intensidade dos esforços a actuar sôbre a construção que, segundo o regulamento do concurso, eram:

a) fôrças horizontais proporcionais à superfície de actuação (vento de 300 k/m²);

b) forças horizontais proporcionais ao pêso da estrutura (abalo sismico de aceleração 0,5 m/seg²);

c) pêso da estrutura;

e as qualidades dos materiais com possibilidades de emprêgo, levaram-nos a procurar a solução mais conveniente, baseando-nos em duas ideas fundamentais:

a) interessar tôda a superfície lateral no trabalho de resistência;

b) aligeirar o mais possível a estrutura.

Excluída imediatamente a solução de um massiço único, excluídas estavam também tôdas as soluções usuais em que a superfície sôbre a qual actua o vento, se limita a transmitir a carga a elementos ou nervuras principais; a superfície, ou melhor, a parede sôbre que actua o vento devia constituir também um elemento de resistência num género de estrûtura cujo exemplo mais simples será a chamada viga em caixão: banzos constituídos pelas paredes exteriores do monumento e almas formadas por paredes intermédias, normais ou quasi às primeiras. Assim, com um certo número dêstes elementos dispostos lado a lado se concebeu um tipo de estrutura muito racional. (Poder-se-ia também considerar a estrutura como uma série de vigas I, colocadas ao lado umas das outras). As figuras 1 e 2 indicam em cortes horizontais e verticais a estrutura tal como foi calculada. Ao dar-se a hipótese de ser êste o projecto a executar, faríamos possivelmente a ligação dos elementos dois a dois; como isto exigia cálculos justificativos demasiado laboriosos para um projecto que não era ainda o de execução — considerámos simplesmente elementos isolados.

O material escolhido para esta estrutura — o betão armado — pela sua qualidade de trabalhar à tracção era o que melhor permitia realizar uma estrutura ligeira e, portanto, económica. É certo que o emprêgo da alvenaria — exigindo volumes muito maiores, mas de um material muito mais barato — não era de excluir *à priori*, porém, as condições do nosso problema, exigindo paredes com uma certa inclinação e curvatura, além de possíveis dificuldades em se verificarem nalgumas secções as hipóteses bases dos cálculos — levaram-nos a excluir a alvenaria como material de cons-

trução da nossa estrutura. Isto sem ter em conta as qualidades sísmicas do local onde se construiria o monumento, pois então a construção monolítica de betão armado era, de longe, a preferível, senão mesmo a única aconselhável. (1)

Resolvemos projectar um revestimento de pedra para a estrutura de betão, em virtude das exigências que o regulamento do concurso fazia sôbre a durabilidade dos materiais e de modo a poder garantir-se um bom comportamento da construção de betão armado, através dos séculos. É êste um assunto muito sujeito a controvérsia baseada mais em opiniões pessoais do que em dados experimentais inexistentes ou quási.

Contudo, os dois únicos monumentos desta ordem de grandeza já construídos — pelo menos do nosso conhecimento — o de Kiel, na Alemanha (2) e o memorial do Texas, na América (3) têm uma constituïção muito semelhante à que projectamos para o nosso: estrutura celular de betão armado, revestimento de pedra (granito e *klinker*, no de Kiel, e de pedra calcárea *limestone*, no do Texas). É muito possível que a existência dêsses revestimentos obedeça apenas a razões de ordem arquitectónica — muito importantes também no nosso caso —

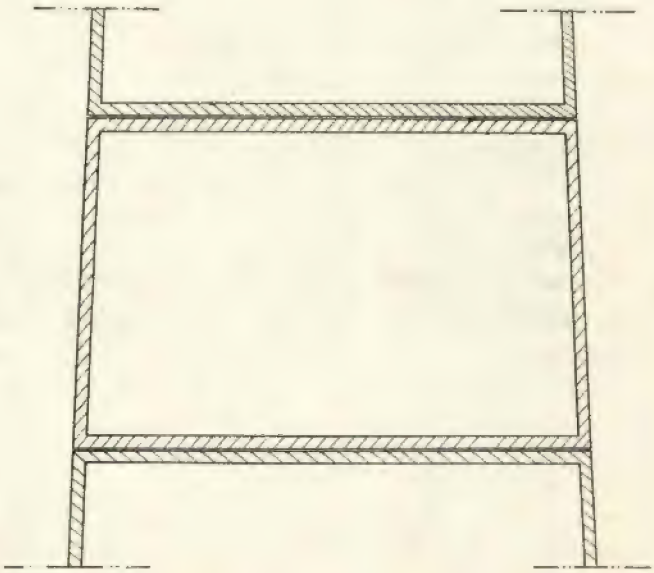


Fig. 1 — Planta

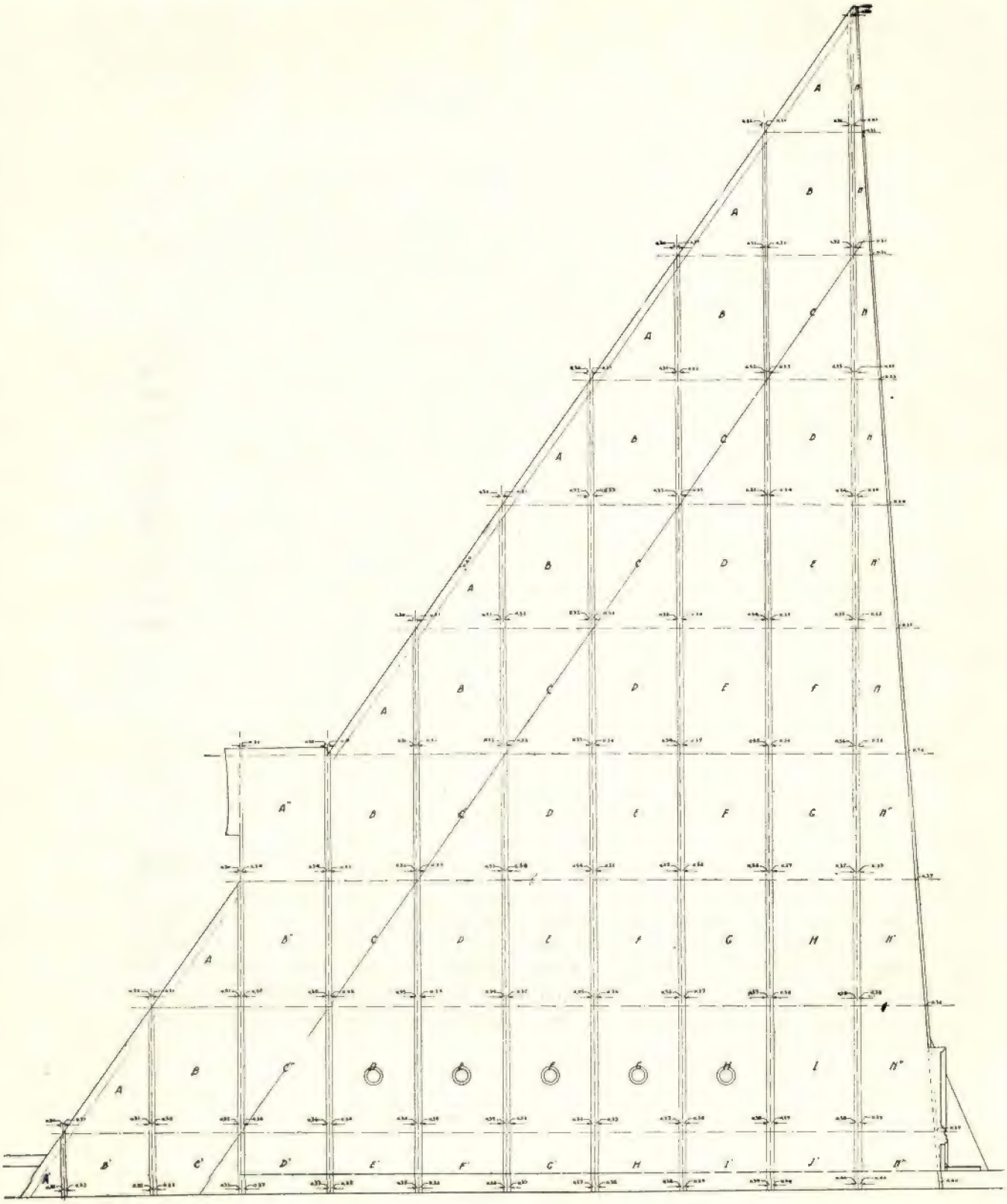


Fig. 2 – Corte longitudinal

mas, seja como fôr, aplicaríamos o revestimento pelo processo empregado na construção do monumento de Kiel — em que o revestimento formava o molde externo, o que permitia uma íntima ligação ao betão — e sôbre o comportamento do qual nos disse a firma Max Giese, sua construtora: «com o processo empregado conseguiu-se uma tão intensa ligação entre betão e revestimento que até hoje (Agosto de 1937), no essencial, não se nota nenhum dano». Prevíamos ainda, afastadas de 5 em 5 metros, pequenas consolas sôbre as quais poderia assentar todo o revestimento correspondente a êsse afastamento; cada um dêstes painéis estava, portanto, isolado dos outros e eliminavam-se assim algumas das apreensões sôbre o comportamento dum revestimento de tão grande superfície.

Mas o que nos parecia ter grande importância neste capítulo da durabilidade da obra, era o facto de em ponto algum dela a tensão de tracção do betão, considerado a trabalhar a êsse esfôrço, não exceder 10 k/cm². Porque a não ultrapassagem dêste limite — ou desta ordem de grandeza — tem grande importância no que diz respeito a *não* aparição de fendas. Notamos, agora, que o monumento do Texas foi calculado de modo a não se admitirem tensões de tracção em parte alguma da estrutura; mas é bom reparar-se que a única fôrça exterior que se teve em conta foi a proveniente de um vento de 245 k/m².

O regulamento do concurso exigia a consideração simultânea de um vento de 300 k m² e de um abalo sísmico de 0,5 m/seg² de aceleração horizontal, o que para o nosso caso equivalia aproximadamente a um vento de 150 k/m². Podemos, portanto, dizer que calculámos o monumento para um vento de 450 k/m² (4). As tensões respectivas, para se obedecer ao nosso R. B. A., não excederam 1.200 k/cm² para o aço e 70 k/cm² para o betão. Ora, se aplicássemos o critério — bem razoável — das Instruções Belgas, que permitem o aumento das tensões de segurança no cálculo de peças sujeitas a dois esforços que tem pouca probabilidade de agir simultâneamente, obteríamos, pelo menos, os valores de 1.500 e 100 k/cm² (5). Embora a adopção dêste critério conduzisse a grandes economias, mantivemo-nos dentro dos limites do R. B. A., mas com a certeza de estarmos trabalhando com grande margem de segurança. Por isso não atendemos demasiado aos esforços de contracção e diferença de temperatura, para o que também concorreu ter cada elemento fraca extensão em planta (ver R. B. A.) e existir o revestimento de pedra. Porém, caso viesse a ser necessário construir a estrutura, não deixaríamos de encarar a hipótese da máxima diferença de temperatura entre as duas faces da construção — hipótese a dar-se fatalmente, pois a orientação do monumento seria quási N.-S.

É bem fácil de notar a simplicidade de construção de uma estrutura como a nossa. Certamente muitos processos são possíveis para a executar e que não andarão muito longe dos processos usuais de construção de silos de betão. Um sistema de moldes «glissants» — permitindo um bom rendimento no aproveitamento dos moldes — seria sem dúvida muito conveniente e, pelo menos, para as paredes interiores, a utilização de ligações perdidas na massa do betão, para ligar os moldes das duas faces de uma parede — podia dar também resultados muito satisfatórios. (18)

No que respeita ao cálculo da estrutura encontrámo-nos diante dum problema que se afigurava complicado de resolver por meio de cálculos rigorosos. Imaginemos um dos elementos em que se pode decompor a estrutura do monumento (fig. 3). Para calcular *rigorosamente* um dêstes elementos, — sujeito a uma flexão composta, está bem de ver — notar-se-à primeiramente a sua assimetria em relação a qualquer eixo paralelo a YY' e, por se tratar de material não homogénio, a sua assimetria tambem em relação a qualquer eixo paralelo a XX'. A determinação do centro de gravidade depende do conhecimento da linha neutra (para se determinar a zona activa do betão) e a fibra neutra só se poderá determinar depois de conhecido o centro de gravidade (para se poder traçar a elipse de inércia em relação à qual a linha neutra é anti-polar do ponto de aplicação da carga excêntrica). Claro que uma maneira aceitável de resolver

o problema, dada realmente a «pouca» assimetria da secção, era admitir que a fibra neutra seria paralela a XX' e determinar as tensões por qualquer processo gráfico ([6]).

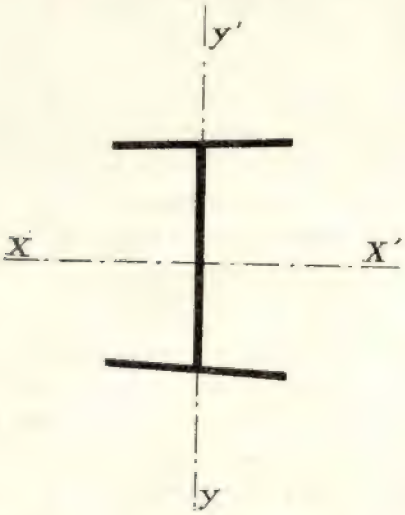


Fig 3

Contudo, ¿seria legítimo calcular o perfil I em questão, interessando tôda a largura do banzo no trabalho de compressão? Como se sabe, as experiências de Bach demonstram que nas vigas T não parece legítimo admitir uma largura de lage interessada na compressão maior do que 13 a 14 vezes a espessura da nervura ([7]). Se aplicássemos um tal critério era desolador o mau aproveitamento do material; não aplicá-lo parecia êrro.

Mas as proporções dos nossos elementos eram tão diferentes das proporções das vigas T normais, que nos parecia bastante razoável que o modo de trabalhar dos elementos fôsse diferente também.

Realmente encontrámos em artigos do Dipl.-Ing. Georg Ehlers: «Ein neues Konstruktionprinzip» (um novo princípio de construção) in «Der Bauingenieur», Heft 8, 1930 e «Die Spannungsermitlung in Flächentragwerk» (a determinação das tensões nas estruturas constituídas por superfícies planas) in «Beton u. Eisen», Heft 15 e 16, 1930 e no artigo do Dip-Ing. R. Craemer «Allgemeine Theorie der Faltwerke» (Teoria geral das estruturas vincadas) in «Beton u. Eisen», Heft 15, 1930 — métodos de cálculo de estruturas a cujo tipo a nossa pertence. Não queremos pensar que outros modos de calcular estas estruturas se possam considerar falsos ou pouco aproximados — tanto mais que os resultados finais são do mesmo género, embora de grandeza diferente dos obtidos, calculando pelos processos correntes — mas pensamos, isso sim, que os métodos preconizados pelos citados engenheiros são os que se aproximam mais da realidade dos fenómenos e que dão, como resultado, estruturas mais económicas. Fazemos notar que Bertrand de Fontviolant no seu 3.º volume da Resistência dos Materiais, dedicado aos sistemas a 3 dimensões, não faz mais do que se ocupar de estruturas como estas, a que Ehlers chamou «constituídas por superfícies planas» e que, ao cabo de contas, não são mais do que estruturas consideradas no espaço e não sòmente no plano ([8]).

Um silo, uma cobertura com secções transversais, como as indicadas na fig. 4, são exemplos típicos dêste género de estruturas. Estas são constituídas por superfícies planas, (1, 2, 3, 4) cada uma das quais trabalha não só à flexão proveniente de cargas normais à sua superfície (como uma lage, portanto) mas também à flexão no seu próprio plano, comportando-se, por conseqüência, como uma viga de grande altura, *h*, em relação à espessura, *e*. O ângulo, α, que fazem entre si as diversas superfícies ou *paredes* não tem importância na caracterização destas estruturas; como importância também não tem a simetria ou assimetria do conjunto, os comprimentos das paredes e a forma da sua secção pois as únicas hipóteses a admitir para termos uma estrutura de superfícies planas são:

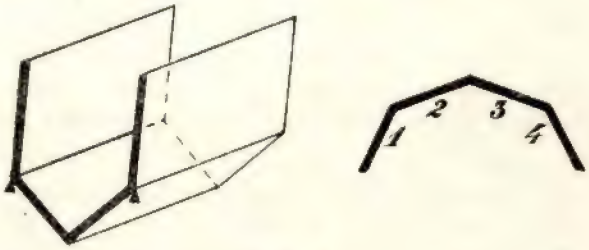


Fig. 4

a) a de que cada parede tenha uma secção transversal tal que o momento de inércia em relação ao eixo longitudinal seja desprezível em face do momento de inércia em relação ao

eixo transversal — e portanto seja muito fraca a sua rigidez lateral ([9]);

b) que o ângulo formado por duas paredes não seja próximo de 0° ou 180°.

Imaginemos uma estrutura muito simples, como a indicada na fig. 5, e obedecendo às hipóteses enunciadas. Suponhamos que em

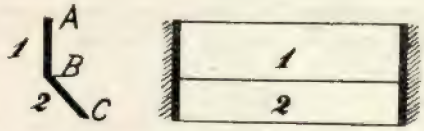


Fig. 5

virtude da acção de quaisquer cargas actuando no plano da parede 1, esta sofre uma deformação (flecha) $\triangle_1$ (fig. 6); a parede 2 como, por hipótese, tem uma fraca rigidez lateral desvia-se lateralmente de δ_2 permitindo a flexão

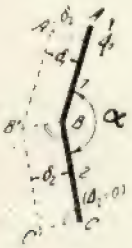


Fig. 6

da parede 1 (êste facto da parede se desviar de $\delta = \frac{\triangle}{tg\ \alpha}$ provoca naturalmente tensões secundárias, mas desde que o ângulo α, não seja próximo de 0° ou 180°, essas tensões são desprezíveis). Conforme diz Ehlers, isto que é verdade para duas paredes é verdade para uma sucessão delas, de modo que podemos enunciar com êle o seguinte princípio: *Nas estruturas de superfícies planas as flexões* $\triangle$ *das paredes, nos seus planos, são independentes umas das outras.*

Quando sujeitas a cargas normais ao seu plano as paredes comportam-se como lages apoiadas nas arestas de intersecção e mesmo (veja-se Craemer especialmente) como lages contínuas de tantos apoios quantas as arestas da intersecção. Realmente as coisas passam-se de modo que as cargas que actuam normalmente à parede são por esta transmitidas às arestas onde a resultante das cargas transmitidas pelas duas paredes contíguas se decompõe segundo as direcções destas últimas (fig. 7).

Portanto, ao cabo de contas, *só há fôrças actuando nos planos das paredes que trabalham assim como vigas sujeitas à flexão, no seu próprio plano.*

Se, porventura, se encontrarem numa aresta três paredes, a decomposição das fôrças nessas três direcções já não é um problema está-

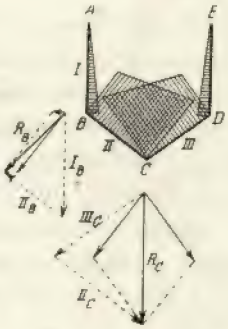


Fig. 7

ticamente determinado e além disso já as flexões $\triangle$ não são independentes umas das outras (pois duas das paredes já não se podem desviar lateralmente por encontrarem resistência na terceira). Nestes casos o cálculo, sendo ainda possível, torna-se mais complicado. Foi esta a razão que nos levou a considerar vigas em caixão e não vigas em I.

Se considerarmos duas paredes contíguas de uma estrutura de superfícies planas, só muito excepcionalmente cada uma delas, submetida às cargas respectivas, terá um regime de tensões tal, que na aresta de contacto a tensão seja a mesma. Ora, na realidade, em virtude da ligação monolítica do conjunto não haverá transição brusca de tensão ao passar-se de uma parede para a outra; pelo contrário, na aresta a tensão será a mesma. Se isto é assim é então forçoso que uma acção — que não é mais do que a produzida por uma fôrça actuando ao longo da aresta — modifique o regime de tensões, de modo a obter-se a transição contínua; *essa fôrça que actua ao longo da aresta,* e portanto normalmente à secção transversal da parede, *tem o efeito de uma fôrça (compressão ou tracção) normal excêntrica e não é mais que a reacção de uma parede sôbre a outra;* chamar-lhe-êmos esfôrço

tangencial, T, para seguirmos com os autores alemãis, embora a desigação de reacção seja mais apropriada.

O problema do cálculo das estruturas de superfícies planas reside fundamentalmente na determinação dêste esfôrço T, pois, determinado êle, não temos mais do que problemas correntes de compressão ou tracção excêntricas e tensões tangenciais correspondentes.

A determinação dos T faz-se exprimindo a condição de igualdade das tensões na aresta e utilizando a noção, muito usada na Alemanha, dos momentos em relação ao núcleo ([10]).

Como se vê, a originalidade desta concepção reside no facto de se ter concebido uma estrutura no espaço constituída por vários elementos planos e reagindo uns sôbre os outros ao longo das suas arestas de intersecção. Não se trata de considerar a secção transversal de uma peça (ver fig. 4) com o seu centro de gravidade, seus eixos principais de inércia, etc. (problema visto no plano), trata-se de considerar uma série de elementos planos trabalhando como vigas no seu próprio plano — num regime de tensões alterado pela ligação às paredes vizinhas — e que no sentido transversal trabalham como lages contínuas apoiadas nas arestas (problema visto no espaço). Imaginemos, porém, que a espessura das paredes 1, 2, 3, 4 era muito maior; isso queria dizer que já tinham grande rigidez lateral, não se desviariam já lateralmente de modo a permitir a flexão da parede contígua, já caíamos no caso das paredes 1 a 4 formarem um conjunto e não elementos planos ligados entre si. Então devia considerar-se a secção como secção transversal duma peça e o problema era de novo colocado no plano e não no espaço. Casos intermédios poderão ser considerados como estruturas de superfícies planas mas em que há a atender às tensões secundárias provenientes da rigidez lateral das paredes. (Ver especialmente Craemer).

Se não erramos no que acabamos de dizer, parecem-nos ser estas as considerações mais importantes a fazer no que respeita a êste género de estruturas; embora nestes oito anos decorridos desde as publicações de Ehlers e Craemer, vários autores ([11]) se tenham ocupado teòricamente de muitas questões respeitantes a êste género de estruturas, parece-nos que ainda não se atingiram resultados que permitam tirar delas todo o partido que merecem.

Expomos agora, resumidamente, o método de cálculo destas estruturas, seguindo para isso a exposição que G. Ehlers faz no «Beton und Eisen» e utilizando as mesmas convenções e algumas das suas figuras.

Consideremos uma secção transversal de 2 paredes (fig. 8); os centros de gravidade e os núcleos estão determinados por s_{2b}, s_{2c} e K_{2b}, K_{2c} etc. Os mo-

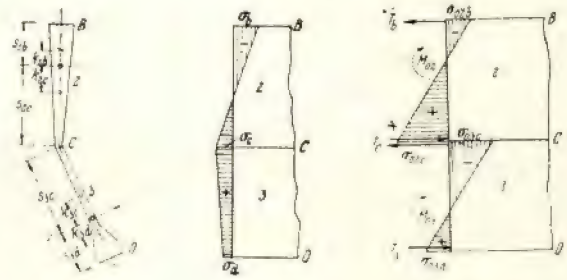


Fig. 8 Fig. 9 Fig. 10

mentos provenientes das cargas exteriores são para as paredes 2 e 3 respectivamente M_{02} e M_{03}. A fig. 9 mostrando um corte longitudinal do sistema, indica os diagramas das tensões provocados pelos M_0. As tensões em C, σ_{o2c} (parede 2) e σ_{o3c} (parede 3) não são iguais. Para que se dê a igualdade destas tensões é necessário que ao longo da aresta de junção, C, haja uma fôrça tangencial T_c actuando em cada parede em sentido contrário (acção e reacção). O mesmo acontecerá nas arestas B e D se nelas houver ligação com outras paredes. Ehlers adopta a seguinte convenção de sinais: os momentos são positivos quando produzem tracção em baixo e compressão em cima; os T são positivos quando se opoem a momentos positivos. Com a ajuda dos momentos ao núcleo podemos exprimir a igualdade das tensões em C:

$$1)\quad \sigma_{2c} = +\frac{M_{K2b}\cdot s_{2c}}{J_2} = \sigma_{3c} = -\frac{M_{K3d}\cdot s_{3c}}{J_3}$$

em que:

$$2)\quad \begin{cases} M_{K2b} = M_{02} - T_b\,(s_{2b} - K_{2b}) - T_c\,(s_{2c} + K_{2b}) \\ M_{K3d} = M_{03} - T_c\,(s_{3c} + K_{3d}) - T_d\,(s_{3d} - K_{3d}) \end{cases}$$

e substituindo vem:

$$3)\quad T_b\,\frac{(s_{2b} - K_{2b})\,s_{2c}}{J_2} + T_c\left\{\frac{(s_{2c} + K_{2b})\,s_{2c}}{J_2} + \frac{(s_{3c} + K_{3d})\,s_{3c}}{J_3}\right\} + T_d\,\frac{(s_{3d} - K_{3d})\,s_{3c}}{J_3} = +\frac{M_{02}\cdot s_{2c}}{J_2} + \frac{M_{03}\cdot s_{3c}}{J_3}\,.$$

Podem-se formar tantas equações como esta quantas as arestas. Resolvendo o sistema obtemos os valores de T e por intermédio de (2) e (1) obtemos as tensões σ que satisfazem as condições de equilíbrio de tôda a estrutura (fig. 10). A solução do problema simplifica-se muito se tôdas as paredes tiverem uma secção transversal rectangular pois então as distâncias dos pontos nucleares às arestas são respectivamente 1/3 e 2/3 de h. Dêste modo, chamando F e W respectivamente à secção e ao momento de resistência da secção as equações (3) transformam-se em:

$$4)\quad \begin{cases} T_b \dfrac{1}{F_2} + 2\,T_c\left(\dfrac{1}{F_2}+\dfrac{1}{F_3}\right) + T_d\dfrac{1}{F_3} = \\ \qquad = \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{M_{02}}{W_2}+\dfrac{M_{03}}{W_3}\right) \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

E as equações 1) e 2) transformam-se em:

$$5)\quad \begin{cases} \sigma_b = \sigma_{2b} = -\dfrac{1}{W}\left(M_{02} - T_b\,.\,\dfrac{2}{3}h_2 - T_c\,.\,\dfrac{1}{3}h_2\right) \\ \sigma_c = \sigma_{2c} = +\dfrac{1}{W}\left(M_{02} - T_b\,.\,\dfrac{1}{3}h_2 - T_c\,.\,\dfrac{2}{3}h_2\right) \\ \text{ou também:} \\ \sigma_c = \sigma_{3c} = -\dfrac{1}{W}\left(M_{02} - T_c\,.\,\dfrac{2}{3}h_3 - T_d\,.\,\dfrac{1}{3}h_3\right) \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

Tanto Ehlers como Craemer insistem sôbre a semelhança das equações 3) e 4) com as equações de Clepeyron para vigas contínuas.

No caso da fig. 5, por exemplo, se ambas as paredes forem carregadas da mesma forma (ambas com cargas uniformemente distribuídas, por exemplo) bastaria estudar a «secção mais perigosa» que seria a meio do vão. Só para essa secção se determinariam as equações 4) e 5) pois, em direcção aos apoios tôdas as tensões normais diminuem seguindo a mesma lei parabólica como nas vigas normais. Mas logo que deixe de haver proporcionalidade entre os valores dos momentos das duas paredes (vãos diferentes, uma delas submetida a carga uniforme e a outra ou outras a cargas concentradas, etc.) os valores dos T e dos σ não podem ser conhecidos *à priori* para tôdas as secções quando forem conhecidas para uma delas. Em casos dêstes torna-se necessário estudar várias secções e o mais conveniente então será resolver as equações dos sistemas 3) e 4) sem introduzir valores determinados para os momentos M_{01}, M_{02} etc.; como se trata de equações do 1.º grau obtêm-se os T da seguinte forma:

$$6)\quad T_n = \alpha\,M_{01} + \beta\,M_{02} + \gamma\,M_{03} + \ldots,$$

Os valores de T para uma dada secção obtem-se então introduzindo os M_0 respectivos em 6) sem haver necessidade de formar de novo, para cada secção, o sistema 4).

Assim como a distribuïção das tensões normais assim as tensões tangenciais sofrem alteração pela ligação às paredes vizinhas. A variação do valor do esfôrço T_n, ao longo da aresta n, origina a tensão tangencial τ_n que num trôço de comprimento dx será;

$$\tau_n = \frac{1}{b_n}\cdot\frac{dT_n}{dx} \quad \text{por ser: } b_n.dx.\tau_n = dT_n\,.$$

em que b_n é a espessura da parede na aresta n. Sendo T_n expresso como em 6) e atendendo a que, como se sabe, $\dfrac{dM_0}{dx} = Q_0$ (esfôrço transverso na parede e secção consideradas), temos:

$$7)\qquad \tau_n = \frac{1}{b_n}\left(\alpha\,Q_{01} + \beta\,Q_{02} + \ldots\right)$$

Como se está vendo os τ são obtidos a partir dos Q_0 utilizando a mesma relação que nos dá os T a partir dos M_0. No caso particular das paredes serem tôdas apoiadas e carregadas da mesma forma, a proporcionalidade que existe entre os M, T e σ, simplifica o problema: $T_n = \varphi\,M_{01} = \psi\,M_{02} = \ldots$

$$\text{e então: } \tau_n = \frac{1}{b_n}\,\varphi\,\frac{dM_{01}}{dx} = \varphi\,\frac{Q_{01}}{b_n} \text{ etc.}$$

Falta, agora, estudar a distribuïção das tensões τ na secção transversal; trataremos apenas da secção rectangular.

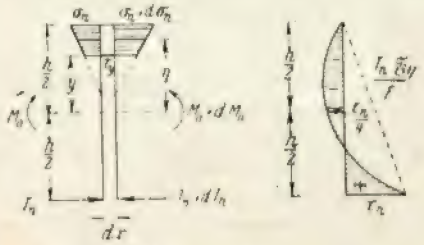
Tal como sucede numa viga vulgar o esfôrço tangencial e a diferença entre os esforços normais que actuam de cada lado de uma faixa de comprimento dx, devem estar em equilíbrio (fig. 11). Supomos que apenas numa das bordas da parede actua um esfôrço T. Então:

$$b.\,dx\,\tau_y = -b\int_y^{\frac{h}{2}} d\sigma_n\,.\,d\eta$$

ou

$$8)\qquad \tau_y = -\int_y^{\frac{h}{2}} \frac{d\sigma_n}{dx}\,d\eta$$

Na realidade σ_n pode ser dividido em duas partes: uma σ_{0n} que provém do momento M_0 e se obtém quando



Figs. 11 e 12

a parede é considerada uma viga ordinária, e outra σ_{tn} que provém, no nosso exemplo, do esfôrço tangencial T_n que actua como esfôrço normal excêntrico. Então:

$$\sigma_n = \sigma_{0n} + \sigma_{tn} = -\frac{M_0 z}{J} - \frac{T_n}{F} + \frac{\left(T_n \frac{h}{2}\right) . z}{J}$$

(J = momento de inércia; z = distância à fibra considerada). Derivando σ_n em ordem a x e atendendo a que $\frac{dM_0}{dx} = Q_0$ e $\frac{dT_n}{dx} = b . \tau_n$, podemos substituir $\frac{d\sigma_n}{dx}$ em 8) e vem:

$$\tau_y = \frac{Q_0}{J} \int_y^{\frac{h}{2}} z . dz + \frac{b\,\tau_n}{F} \int_y^{\frac{h}{2}} dz - \frac{F\,\tau_n}{2\,J} \int_y^{\frac{h}{2}} z\, dz$$

$$9) \qquad = \frac{Q_0 S_y}{J . b} + \frac{\tau_n F_y}{F} - \frac{F\,\tau_n S_y}{2\,J . b},$$

em que F_y é a área da secção acima de y, S_y o momento estático desta secção em relação ao eixo de gravidade. Das três expressões que compõem τ_y, a primeira: $\frac{Q_0 S_y}{J . b} = \tau_{0y}$, representa, como se vê, a tensão proveniente do esfôrço transverso Q_0 ou seja a tensão tangencial como se se tratasse duma viga simples. A lei da sua distribuïção na secção é, como se sabe, uma parábola de área Q_0 sendo a tensão máxima na fibra neutra

$$10) \qquad \tau_{0m} = \frac{3}{2} . \frac{Q_0}{bh} .$$

Os outros dois termos exprimem a influência das tensões tangenciais τ_n. A expressão $\frac{\tau_n F_y}{F}$ representa um diagrama linear com o valor máximo, τ_n, na aresta inferior e área total igual a $\frac{F\,\tau_n}{2}$; a expressão $\frac{F . \tau_n S_y}{2\,J\,b}$ difere de τ_{0y} apenas no factor $\frac{F\,\tau_n}{2 . Q_0}$ e representa também uma parábola cuja área, tendo em conta o factor indicado, será:

$$Q_0 . \frac{F\,\tau_n}{2\,Q_0} = \frac{F\,\tau_n}{2} .$$

O diagrama total das tensões tangenciais provenientes só de τ_n tem a forma indicada na fig. 12 e a área total de todos os diagramas é igual a Q_0:

$$\text{Área total} = Q_0 + \frac{F\,\tau_n}{2} - \frac{F\,\tau_n}{2} = Q_0 .$$

Assim enuncia Ehlers o seguinte princípio:

A área do diagrama das tensões tangenciais duma secção qualquer de cada uma das paredes não é alterada pelas tensões tangenciais que, porventura, actuem nas suas bordas mas é sempre igual ao esfôrço transverso na secção considerada. (19)

Assim, desde que sejam conhecidos τ_n e τ_{n+1} pode-se fixar o diagrama das tensões tangenciais na secção respectiva. Êsse diagrama é uma parábola (fig. 13) determinada por 3 pontos: 2 dêles nas arestas e fixados por τ_n e τ_{n+1} e o terceiro a meio da altura da secção e tendo por coordenada:

Fig. 13

$$11) \qquad \tau_m = \tau_{0m} - \frac{\tau_n}{4} - \frac{\tau_{n+1}}{4}$$

É fácil de ver que assim é: τ_{0m} corresponde como já se viu, 10), ao termo $\frac{Q_0 S_y}{J . b}$; correspondente ao termo $\frac{\tau_n . F_y}{F}$ o valor a meio da altura da secção é $\frac{\tau_n}{2}$ e para o restante termo que representa uma parábola de área $\frac{F . \tau_n}{2}$ o valor a meio será:

$$\frac{3}{2} . \frac{F\,\tau_n}{2} . \frac{1}{F} = \frac{3}{4}\,\tau_n .$$

Então:

$$\frac{\tau_n}{2} - \frac{3}{4}\,\tau_n = -\frac{\tau_n}{4} .$$

Do mesmo modo se determinava $\frac{\tau_{n+1}}{4}$.

Em tudo o que se tem dito se tem admitido ser homogénio o material constituitivo das paredes; para aplicar estes princípios ao betão armado há que ter em vista que as equações 3) que servem para determinar os T podem continuar a servir. Realmente como os T são incógnitas hiperestáticas pode-se fazer a sua determinação, segundo os regulamentos de betão armado, considerando tôda a secção homogenizada (com m = 10), sem desprezo da zona do betão à tracção. E, uma vez determinados os T o problema resume-se a um normal problema de betão armado: no caso geral teremos uma secção sujeita a um momento (proveniente das fôrças exteriores) e a duas fôrças normais excêntricas (os T) aplicados nos extremos da secção (compressão e tracção excêntricas). A distribuïção das armaduras faz-se para cada parede como se tratasse de uma viga normal ficando portanto as armaduras de tracção ao longo das arestas.

No que diz respeito às tensões tangenciais o caso é menos simples. Como cada parede está solicitada à flexão composta a fibra neutra e o eixo passando pelo centro de gravidade da secção activa, não coïncidem.

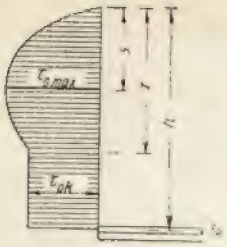


Fig. 14

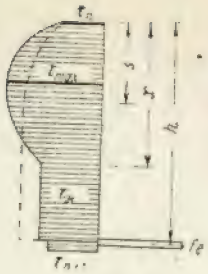


Fig. 15

O diagrama das tensões tangenciais, para a secção rectangular, terá em geral a forma indicada na fig. 14. Tendo em conta as tensões τ_n e τ_{n+1} teremos o diagrama da fig. 15. É de notar que a influência da tensão tangencial do lado da tracção (τ_{n+1}) estende-se apenas até à armadura e por isso não tem importância para a secção da parede. Em contrapartida τ_n, do lado da compressão, influe em todo o diagrama até às armaduras de tracção. Diz Ehlers que o estudo rigoroso mostra que também aqui a área do diagrama se mostra, sem alteração, igual a Q_0; depois de várias considerações Ehlers propõe a seguinte fórmula que julga suficientemente aproximada e corresponde ao diagrama a tracejado:

$$\tau_k = \frac{Q_0}{b\left(h - \frac{x}{3}\right)} - \tau_n \frac{\frac{x}{3}}{h - \frac{x}{3}}$$

No caso da secção estar submetida porém só à compressão são válidas as fórmulas 10) e 11). No caso da secção estar submetida só à tracção as armaduras, nos

Fig. 16

dois extremos, formam elas só as secções activas e entre elas a tensão tangencial é constante — independentemente das tensões τ_n e τ_{n+1} (fig. 16):

$$\tau_k = \frac{Q_0}{b\,h}$$

Expuzémos apenas o essencial para se compreender e poder calcular êste género de estruturas. Aconselhamos a quem queira aprofundar êste assunto a leitura do artigo de Ehlers e para quem queira estudá-lo de uma maneira mais geral, se bem que menos intuitiva, o artigo de Craemer.

Vejamos agora a aplicação ao nosso caso. Tratava-se de calcular um elemento com a secção indicada na fig. 17.

As paredes estão numeradas de 1 a 4 e os vértices designados de A a D. Chamamos H_i a altura da secção transversal da parede i

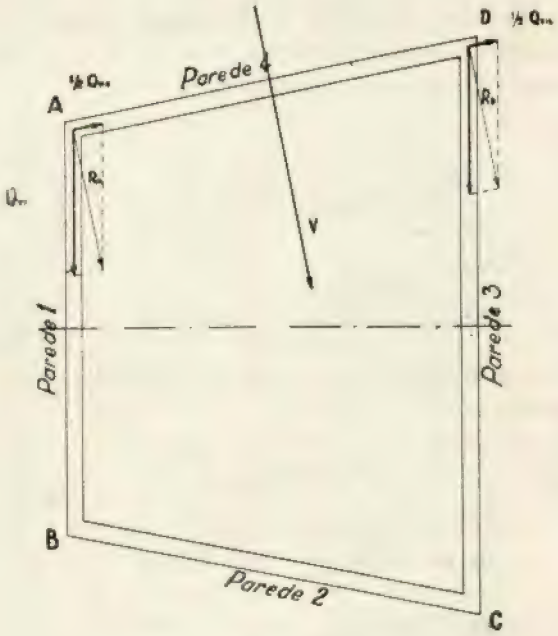


Fig. 17

(distâncias: $\overline{AB}$, $\overline{BC}$, etc.); l_i o vão da parede (altura) e e a sua espessura.

1) Características da secção. Para tôdas as secções a percentagem de ferro adoptada foi de 0,5 %; as armaduras foram colocadas nos extremos da secção, junto às arestas e a camada de betão que cobre os varões tinha 5 cm. A espessura das paredes variava entre 30 e 40 cm.

No cálculo dos T, incógnitas hiperestáticas adoptou-se $m = 10$. O pêso do revestimento originava uma carga de 250 k/m² e era aplicado apenas nas paredes 2 e 4.

Os valores dos momentos de inércia foram determinados por:

$$W = \frac{Fh}{6}$$

o que equivale a admitir o ferro distribuído por tôda a secção e dá portanto valores inferiores aos reais. Procedeu-se assim na determinação dos T e porque tal aproximação (por defeito) simplificava grandemente a resolução do sistema.

2) Cargas e momentos devidas ao vento. O Regulamento do Concurso exigia $V = 300\ k/m^2$ o que para uma largura de 10 m. dá

$$V = 3\ ^t/_{ml}$$

Esta carga actua normalmente à parede 4 (ou parede 2) produzindo em A e D reacções R que, por sua vez, se decompõem segundo as direcções das paredes 1, 4 e 3, 4. Chamando Q_v a estas componentes será:

$$Q_{v1} = \frac{V}{2} \cos \alpha \,.\, l_1 = 1{,}5\ l_1$$

$$Q_{v2} = 0$$

$$Q_{v3} = 1{,}5\ l_3$$

$$Q_{v4} = V \,.\, tg\ \alpha \,.\, l_4 = 0{,}132\ l_4$$

Estas cargas produzem os seguintes momentos:

$$M_{v1} = -Q_{v1} \,.\, \frac{l_1}{2} = -0{,}75\ l_1^2$$

$$M_{v2} = 0$$

$$M_{v3} = +Q_{v3} \,.\, \frac{l_3}{2} = +0{,}75\ l_3^2$$

$$M_{v4} = +Q_{v4} \,.\, \frac{l_2}{2} = +0{,}0664\ l_2^2$$

A convenção de sinais é a seguinte: seguindo o sentido A B C D, momentos que produzam compressões em cima e tracções em baixo são positivos; são positivos os T que se opõem a momento positivo.

3) Cargas e momentos devidos ao tremor de terra. O Regulamento obrigava a considerar como fôrça exterior o proveniente de um abalo sísmico caracterizado por uma aceleração de 0,5 m/seg². Seguimos o processo clássico de supor a fôrça proveniente do abalo como uma fôrça exterior, aplicada no centro de gravidade do elemento a calcular e igual a $f = m \times g$. No nosso caso tínhamos:

$$Q'_t = \frac{P}{9{,}81} \times 0.5 = 0{,}051\ P$$

ou seja uma fôrça aproximadamente igual a 5 % do pêso do elemento a considerar.

A fig. 18 representa a decomposição de fôrças provenientes do abalo sísmico cuja direcção de actuação supomos ser a das paredes 1 e 3. Temos:

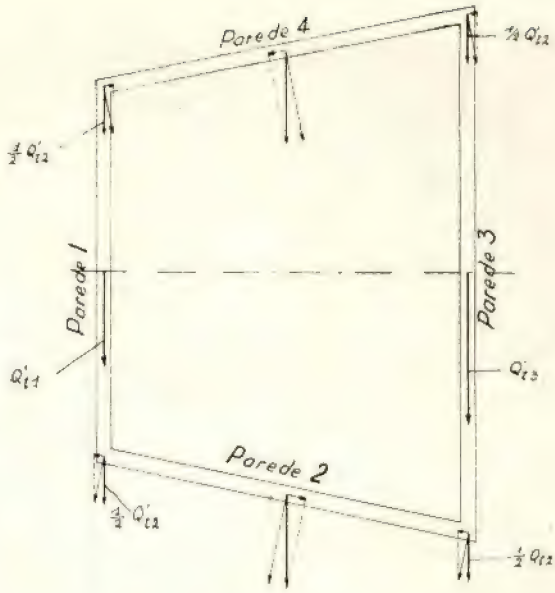


Fig. 18

$$Q_{t1} = \frac{Q'_{t4}}{2 \cos \alpha} + \frac{Q'_{t2}}{2 \cos \alpha} + Q'_{t1} = Q'_{t1} + Q'_{t2}$$

$$Q_{t3} = Q'_{t3} + Q'_{t2}$$

$$Q_{t2} = Q_{t4} = 0$$

pois

$$sen\ \alpha \simeq tg\ \alpha \quad , \quad \cos \alpha \simeq 1 \quad , \quad Q'_{t2} = Q'_{t4}$$

e

$$Q_{t2t} - 2\,\frac{Q_{t2n}}{2}\, tg\ \alpha = 0\ .$$

Estas cargas, que aplicamos a meia altura ([12]), produzem os momentos:

$$M_{t1} = -Q_{t1} \,.\, \frac{l_1}{2}$$

$$M_{t2} = M_{t4} = 0$$

$$M_{t3} = +Q_{t3} \,.\, \frac{l_3}{2}.$$

Os momentos totais M_0 são a soma dos M_v com M_t .

4) Cálculo dos esforços tangenciais T. A determinação dos T foi feita por intermédio do sistema de equações 4) de Ehlers, o qual, aplicado ao nosso caso em que $F_2 = F_4 = F$, $W_2 = W_4 = W$ e $M_{02} = 0$, dá:

$$
13)\begin{cases}
\dfrac{T_d}{F}+2T_a\left(\dfrac{1}{F}+\dfrac{1}{F_1}\right)+\dfrac{T_b}{F_1}=\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{M_{04}}{W}+\dfrac{M_{01}}{W_1}\right)\\
\dfrac{T_a}{F_1}+2T_b\left(\dfrac{1}{F_1}+\dfrac{1}{F}\right)+\dfrac{T_c}{F}=\dfrac{1}{2}\dfrac{M_{01}}{W_1}\\
\dfrac{T_b}{F}+2T_d\left(\dfrac{1}{F}+\dfrac{1}{F_3}\right)+\dfrac{T_d}{F_3}=\dfrac{1}{2}\dfrac{M_{03}}{W_3}\\
\dfrac{T_c}{F_3}+2T_d\left(\dfrac{1}{F_3}+\dfrac{1}{F}\right)+\dfrac{T_a}{F}=\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{M_{04}}{W}+\dfrac{M_{03}}{W_3}\right)
\end{cases}
$$

Não achamos que valha a pena expôr o modo por que resolvemos o sistema, apenas frisamos que ele pode ser resolvido pelos processos de resolução do sistema de equações de Clapeyron.

A fig. 19, desenvolvimento de uma secção, indica os diagramas das tensões normais produzidas pelos M_0, e os T que se produzem nas arestas. Na aresta B, por exemplo, temos para a parede 1 uma certa compressão, e para a parede 2 uma tensão nula, pois $M_{02}=0$. Na realidade a tensão em B será a mesma, quer se trate da parede 1 ou 2. Então é porque actua um esfôrço T_b, (compressão na parede 2 e tracção na parede 1) provocando um regime de tensões que sobreposto ao produzido pelos M_0 dará o regime de tensões final no qual a tensão é a mesma, em B. As figuras 22 e 23 mostram dois exemplos dêste regime final das tensões. Na aresta A, (fig. 19) temos duas tracções de desigual valor; como sabemos — em virtude das cargas — que a da parede 4 é a menor, podemos logo dizer que em A se desenvolverá um esfôrço tangencial, T_a, que produzirá na parede 4 uma tracção, e na parede 1 uma compressão. Só assim obteremos um valor final igual para ambas as paredes. Como se vê um T é positivo quando contraria um momento positivo.

5) Esforços tangenciais T'. Chamamos T' aos esforços tangenciais que se produzem nas arestas devido às tensões de compressão (produzidas pelo pêso próprio e do revestimento) serem diferentes para cada parede. Conforme se vê na fig. 20, as paredes 2 e 4 são mais carregadas do que 1 e 3; na aresta de ligação a tensão seria diferente para uma e outra parede. Ora, na realidade, ela é a mesma, o que prova a existência de um esfôrço tangencial T' ao longo da aresta. Êstes esforços tal e qual

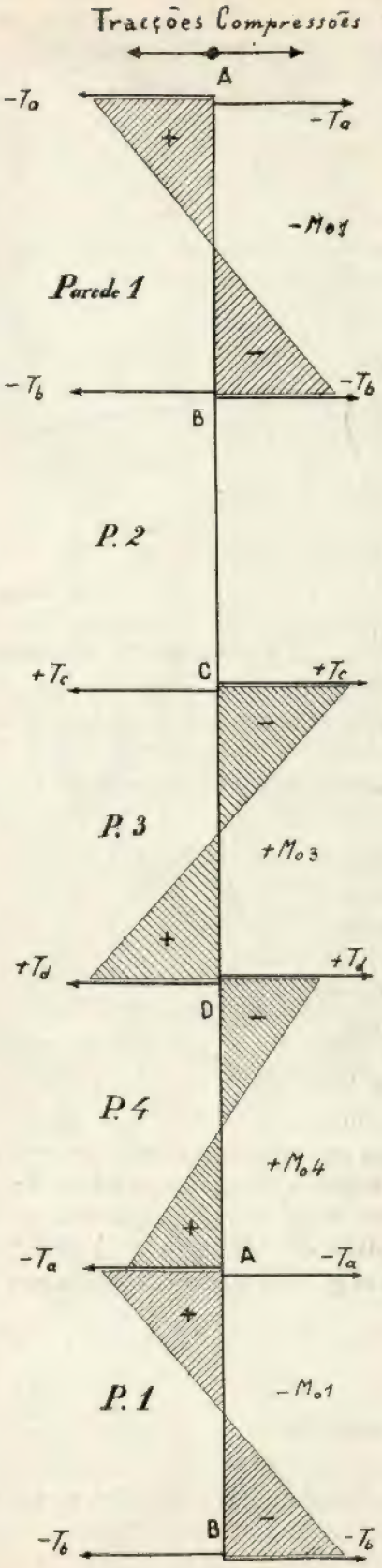


Fig. 19

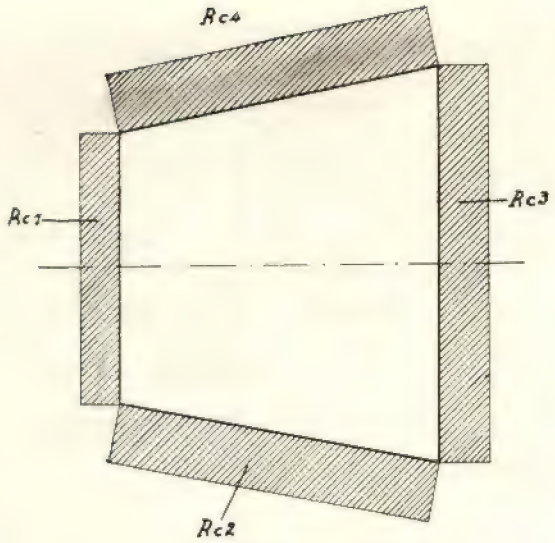


Fig 20

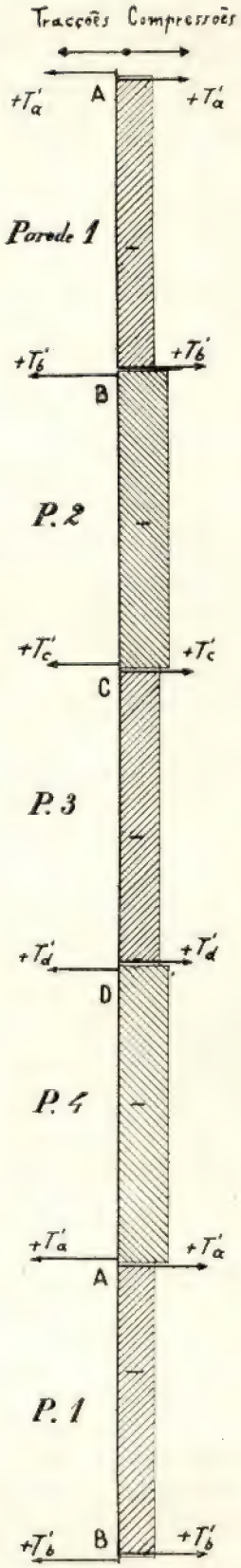


Fig. 21

como os T actuam na secção de uma parede como fôrças normais (tracção ou compressão) excêntricas. O problema não se encontra tratado, mas é muito simples a sua resolução dentro da mesma teoria com que se deduzem os T. Contudo, por ser mais fácil e intuitivo, preferimos a seguinte maneira de o resolver:

Como nas paredes 1 e 3 a tensão de compressão é menor que nas 2 e 4, acontece que para que a tensão final (de compressão, bem entendido) seja a mesma, é necessário que nas paredes 1 e 3 se produza um esfôrço de compressão, e nas 2 e 4, um de tracção. Nestas condições e atendendo à simetria da secção, designando por x e y os esforços tangenciais em respectivamente A, B e C, D, temos:

$$\begin{cases} \dfrac{P_3}{F_3} + \dfrac{2y}{F_3} = \dfrac{P}{F} - \dfrac{y}{F} - \dfrac{y\frac{h}{2}}{W} + \dfrac{x\frac{h}{2}}{W} - \dfrac{x}{F} & \text{(para C ou D)} \\[2ex] \dfrac{P_1}{F_1} + \dfrac{2x}{F_1} = \dfrac{P}{F} - \dfrac{x}{F} - \dfrac{x\frac{h}{2}}{W} - \dfrac{y}{F} + \dfrac{y\frac{h}{2}}{W} & \text{(para A ou B)} \end{cases}$$

Ou seja:

$$\begin{cases} \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{P_3}{F_3} - \dfrac{P}{F}\right) = \dfrac{x}{F} - y\left(\dfrac{2}{F} + \dfrac{1}{F_3}\right) \\[2ex] \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{P_1}{F_1} - \dfrac{P}{F}\right) = -x\left(\dfrac{2}{F} + \dfrac{1}{F_1}\right) + \dfrac{y}{F} \end{cases}$$

Sistema que, resolvido, dá:

$$12)\begin{cases} x = T'_a = T'_b = \frac{1}{2} \times \\ \times \dfrac{P(3F_1F_3 + FF_1) - P_1(2FF_3 + F^2) - P_3 FF_1}{3F_1F_3 + 2FF_1 + 2FF_3 + F^2} \\ y = T_c' = T'_d = \frac{1}{2} \times \\ \times \dfrac{P(3F_1F_3 + FF_3) - P_3(2FF_1 + F^2) - P_1 FF_3}{3F_1F_3 + 2FF_1 + 2FF_3 + F^2} \end{cases}$$

A fig. 21 indica a actuação destas fôrças.

6) Esforços nas secções. Os esforços que actuam numa secção são então: o momento exterior proveniente do vento e abalo sísmico, o pêso próprio e os esforços tangenciais (T e T') actuando nos extremos da secção.

Para ter em conta tôdas estas solicitações determinamos as suas resultantes.

Para a parede 1, por exemplo, os esforços que actuam são: P_1 (compressão devida a pêso próprio), T_b (tracção aplicada em B), T_a (compressão aplicada em A) e $2T'_a$ (compressão em A e outra igual em B).

$$R = P_1 - (T_b - T_a) + 2T'_a.$$

Os momentos que actuam são:

$$M = -M_{01} + (T_b + T_a)\frac{h_1}{2}$$

Temos, portanto, que calcular a secção para um esfôrço de compressão R, excêntrico de:

$$e = \frac{-M_{01} + (T_a + T_b)\frac{h_1}{2}}{P_1 - (T_b - T_a) + 2T'_a} = \frac{M}{R}$$

Para a parede 2:

$$e = \frac{(T_c - T_b)\frac{h_2}{2} + (T'_b - T'_c)\frac{h_2}{2}}{P_2 + (T_b + T_c) - (T'_b + T'_c)}$$

Para a parede 3:

$$e = \frac{+M_{03} - (T_d + T_c)\frac{h_3}{3}}{P_3 + (T_d - T_c) + 2T'_c}$$

Para a parede 4:

$$e = \frac{+M_{04} - (T_d - T_a)\frac{h_4}{2} + (T'_a - T'_d)\frac{h_4}{2}}{P_4 - (T_d + T_a) - (T'_d + T'_a)}$$

Para tôdas as secções de um elemento verificava-se o seguinte:

Parede 1: compressão excêntrica para o lado da aresta B.

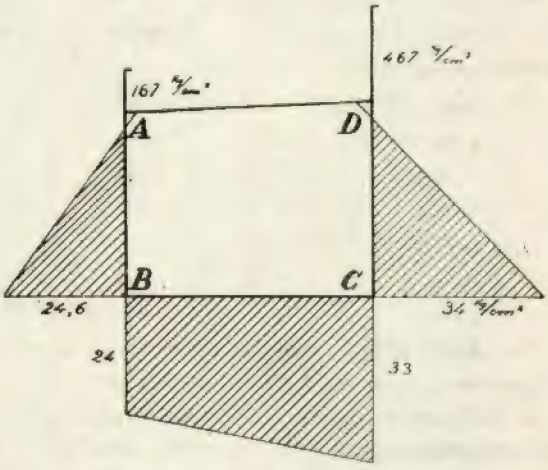
Parede 2: compressão de pequena excentricidade para o lado de C.

Parede 3: compressão excêntrica para o lado de C.

Parede 4: Tracção excêntrica para o lado de D.

Apenas nas secções mais altas o pêso próprio vencia esta tracção.

8) Cálculo das tensões. Para as secções sujeitas a compressão excêntrica aplicou-se a fórmula $\frac{P}{F} \pm \frac{M}{W}$ e sempre que o emprêgo desta fórmula já não era válido (ver R. B. A.) calculou-se pelo método gráfico de Guidi. Para as secções sujeitas a tracção excêntrica — excentricidade suficientemente pequena para não produzir compressão — foi o esfôrço de tracção dividido proporcionalmente pelas armaduras das duas arestas. As fig. 22 e 23 indicam os diagramas das tensões em algumas secções.



Secção 71,50 m

Fig. 22

9) Cálculo das tensões tangenciais. Segundo Ehlers as tensões tangenciais calculam-se subs-

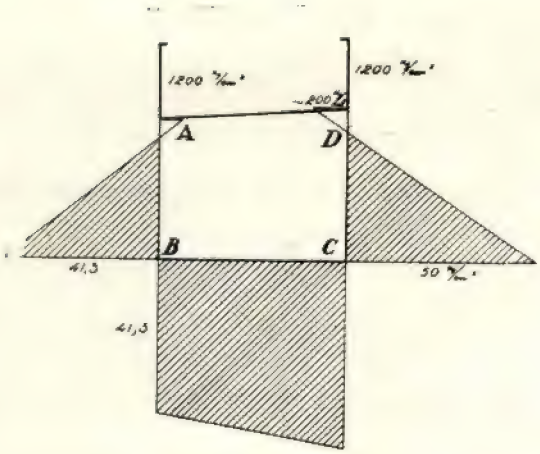


Fig. 23 — Secção a 99 m.

tituindo na equação dos T os momentos M pelos esforços transversos Q. Como os valores obtidos são os de $e.\tau$ (espessura vezes tensão) há que dividi-los por e.

Os sinais dos Q são os seguintes:

Q_{01} +
Q_{02} 0
Q_{03} —
Q_{04} —

Os T' não dão tensões tangenciais apreciáveis como seria fácil de demonstrar.

É de notar que, como sucede nas vigas de dimensões normais, os esforços principais de tensão

$$R_1 = \frac{R}{2} \pm \sqrt{\frac{R^2}{4} + \tau^2}$$

não superam o valor de R nem de τ.

O cálculo dos τ varia conforme a secção está sujeita a esforços de tracção, compressão, e compressão e tracção (ver exposição de Ehlers).

a) Tracção e compressão (fig. 15)

$$\tau_k = \frac{Q_o}{b\left(h - \frac{x}{3}\right)} - \tau_n \frac{\frac{x}{3}}{h - \frac{x}{3}}$$

b) Só tracção (fig. 16)

$$\tau_k = \frac{Q_o}{b\,h}$$

c) Só compressão (fig. 13)

$$\tau_m = \tau_{0m} - \frac{\tau_n}{4} - \frac{\tau_{n+1}}{4}$$

em que $\tau_{0m} = \frac{3}{2} \times \frac{Q_o}{b\,h}$

τ_m é o valor a meio da secção. O diagrama das tensões é parabólico. As tensões tangenciais apenas têm importância no nosso caso para as paredes 1 e 3, pois nas 2 e 4, sujeitas pràticamente a tracções e compressões simples, elas são insignificantes, o que é razoável que aconteça.

Damos agora o cálculo de uma secção — a 71,30 m. a contar de cima — do elemento mais alto.

1) Características da secção:

Alturas:	Vãos:
$h_1 = 12{,}12$ m	$l_1 = 57{,}04$ m
$h = 9{,}65$	$l = 64{,}17$
$h_3 = 13{,}00$	$l_3 = 71{,}30$

Áreas:

$F_1 = 1{,}05 \times 0{,}35 \times 12{,}12 = 4{,}46$ m²
$F_2 = 1{,}05 \times 0{,}35 \times 9{,}65 = 3{,}55$
$F_3 = 1{,}05 \times 0{,}35 \times 13{,}00 = 4{,}78$

Momentos de inércia (aproximação por defeito):

$$W_1 = \frac{4{,}46 \times 12{,}12}{6} = 9{,}04 \text{ m}^3$$

$$W_2 = \frac{3{,}55 \times 9{,}65}{6} = 5{,}70$$

$$W_3 = \frac{4{,}78 \times 13}{6} = 10{,}35$$

Pesos próprios das paredes:

$P_1 = 411.4$ ton.
$P_2 = 652{,}2$
$P_3 = 547{,}5$

2) Cargas devidas ao abalo sísmico:

$$\begin{cases} Q'_{t1} = 0{,}051 \times 411{,}4 = 21{,}0 \text{ ton.} \\ Q'_{t2} = 0{,}051 \times 652{,}2 = 33{,}3 \\ Q'_{t3} = 0{,}051 \times 547{,}5 = 27{,}9 \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q_{t1} = 54{,}3 \text{ ton.} \\ Q_t = 0 \\ Q_{t3} = 61{,}2 \end{cases}$$

3) Cargas devidas ao vento:

$$\begin{cases} Q_{v1} = 1{,}5 \times 57{,}04 = 85{,}5 \text{ ton.} \\ Q_{v2} = 0 \\ Q_{v3} = 1{,}5 \times 71{,}30 = 107 \\ Q_{v4} = 0{,}132 \times 64{,}17 = 8{,}45 \end{cases}$$

4) Esforços transversos totais:

$$\begin{cases} Q_{o1} = +\ 139{,}8 \text{ ton.} \\ Q_{o2} = 0 \\ Q_{o3} = -\ 168{,}2 \\ Q_{o4} = -\ \ 8{,}45 \end{cases}$$

5) Momentos totais:

$$\begin{cases} M_{o1} = 139{,}8 \times \dfrac{57{,}04}{2} = -\ 3980 \text{ tm} \\ M_{o2} = 0 \\ M_{o3} = 168{,}2 \times \dfrac{71{,}3}{2} = +\ 5980 \\ M_{o4} = 8{,}45 \times \dfrac{64{,}17}{2} = +\ 271 \end{cases}$$

6) Valores dos T. (obtidos pela resolução do sistema):

$$\begin{cases} T_a = -\ 227{,}5 \text{ ton.} \\ T_b = -\ 249{,}5 \\ T_c = +\ 296{,}2 \\ T_d = +\ 318{,}8 \end{cases}$$

7) Valores dos T′ (obtidos pelas fórmulas 12):

$$T'_a = +\ 84{,}5 \text{ ton.}$$
$$T'_b = +\ 75$$

8) Esforços nas secções e excentricidades dos seus pontos de aplicação:

Parede 1:

$$e = \frac{-3980 + 477 \times 6{,}06}{411{,}4 - 22 + 169} = \frac{-\ 1090}{558{,}4}$$

Esfôrço de compressão N = 558,4 ton.

$e = 1{,}95$ m (para o lado de B)

Parede 2:

$$e = \frac{46{,}7 \times 4{,}825 + 9{,}5 \times 4{,}825}{652{,}2 + 545{,}7 - 1595} = \frac{271}{1038{,}4}$$

N = 1038,4 ton.

$e = 0{,}26$ m (para o lado de C)

Parede 3:

$$e = \frac{5980 - 615 \times 6{,}5}{547{,}5 + 22{,}6 + 150} = \frac{1980}{720{,}1}$$

N = 720,1

$e = 2{,}75$ m (para o lado de C)

Parede 4:

$$e = \frac{271 - 91{,}3 \times 4{,}825 + 9{,}5 \times 4{,}825}{652{,}2 - 546{,}3 - 159{,}5} = \frac{123}{53{,}6}$$

N = 53,6 ton. (Tracção)

$e = 2{,}3$ m (para o lado de D)

9) Tensões nas secções:

Parede 1: Compressão de 558,4 ton. excêntrica de 1,95 m. Pode-se aplicar a fórmula:

$$R = \frac{558{,}4}{4{,}46} \pm \frac{1090}{9{,}04} = 125 \pm 121$$

$$= \begin{cases} +\ 246 \text{ ton./m}^2 = 24{,}6 \text{ K/cm}^2 & \text{(B)} \\ +\ 4 \text{ ton./m}^2 & \text{(A)} \end{cases}$$

Parede 2:

$$R = \frac{1038}{3{,}55} \pm \frac{271}{5{,}7} = 284 \pm 47{,}5$$

$$= \begin{cases} +\ 331 \text{ ton./m}^2 = 33{,}1 \text{ K/cm}^2 & \text{(C)} \\ +\ 237 \text{ ton./m}^2 & \text{(B)} \end{cases}$$

Parede 3:

$$R = \frac{720}{4{,}78} \pm \frac{1980}{10{,}35} = 150 \pm 191$$

$$= \begin{cases} +\ 341 \text{ ton./m}^2 & \text{(C)} \\ -\ 41 & \text{(D)} \end{cases}$$

Empregando a fórmula aproximada para a verificação da tensão nos ferros [13]

$$Z = (h - y)\ \frac{b.\sigma_{bu}}{2} = 1{,}4 \times \frac{0{,}35 \times 41}{2} = 10 \text{ ton.}$$

e $W = \dfrac{10{,}000 \text{ K}}{1200 \text{ K/cm}^2} = 8{,}3 \text{ cm}^2$, vemos que nos

bastariam 8,3 cm² na aresta D da parede 3. Na realidade o ferro previsto (0,5 % na secção ou seja 0,25 % em cada aresta) tinha uma secção muito maior (116 cm²). As verificações das tensões mostraram que as percentagens de ferro atribuídas para as paredes 1 e 3 eram largamente suficientes, ao contrário do que sucedia nas paredes 4 em que nas secções inferiores essa percentagem teve de ser aumentada, o que, na verdade, é bastante lógico que suceda.

Parede 4:

$$\text{Tracção na aresta D} = \frac{54 \times 6{,}97}{9{,}35} = 40 \text{ ton.}$$

$$\text{» » » A} = \frac{54 \times 2{,}37}{9{,}35} = 14$$

$$54$$

As tensões a que as secções de ferro previstas estariam sujeitas seriam:

$$R'_d = \frac{40.000}{84} = 476 \text{ K/cm}^2$$

$$R'_a = \frac{14.000}{84} = 167 \text{ K/cm}^2 .$$

Como se vê, apesar da secção estar pouco armada, os trabalhos do metal são pequenos. Em face dêstes resultados julgamos poder dizer que em condições normais — mesmo com vento de 150 k/m², possivelmente — a estrutura não trabalharia à tracção, excepto, talvez, nas últimas secções.

10) Tensões tangenciais.

Substituindo no sistema (13) os valores dos M pelos dos Q, obtiveram-se os valores de

$$\begin{cases} e \cdot \tau_a = +\ 7{,}66 \text{ ton./m} \\ e \cdot \tau_b = +\ 8{,}34 \\ e \cdot \tau_c = -\ 8{,}65 \\ e \cdot \tau_d = -\ 9{,}35 \end{cases}$$

como para esta secção a espessura $e = 0{,}35$ m, temos:

$$\begin{cases} \tau_a = +\dfrac{7{,}66}{0{,}35} = +\ 21{,}9 \text{ ton./m}^2 = 2{,}19 \text{ K/cm}^2 \\ \tau_b = +\ 23{,}8 \text{ ton./m}^2 \\ \tau_c = -\ 24{,}7 \\ \tau_d = -\ 26{,}7 \end{cases}$$

Parede 1 (só compressão)

$$\begin{cases} \tau_a = +\ 21{,}9 \text{ ton./m}^2 = 2{,}19 \text{ K/cm}^2 \\ \tau_b = +\ 23{,}8 \end{cases}$$

$$\tau_{om} = \frac{3 \times 139{,}8}{2 \times 4{,}46} = 47 \text{ ton./m}^2$$

$$\tau_m = 47 - \frac{46{,}7}{4} = 35{,}6 \text{ ton./m}^2 = 3{,}56 \text{ K/cm}^2$$

Parede 2 (só compressão)

$$\tau_m \text{ insignificante} = \sim 0{,}02 \text{ ton./m}^2$$

Parede 3 (compressão e tracção)

$$\tau_c = -\ 24{,}7 \text{ ton./m}^2$$

$$\tau_k = \frac{-\ 168{,}2}{0{,}35 \times 9{,}13} + 24{,}7\,\frac{3{,}87}{9{,}13} = -\ 52{,}6 + 10{,}5$$

$$= -\ 42{,}1 \text{ ton./m}^2 = -\ 4{,}21 \text{ K/cm}^2$$

Parede 4.

$$\tau_k = \frac{-\ 8{,}45}{3{,}55} = 2{,}36 \text{ ton./m}^2 \simeq 0{,}24 \text{ K/cm}^2$$

A fig. 22 representa o diagrama da distribuïção das tensões normais nesta secção. A fig. 23 indica o mesmo diagrama para a secção a 99 m a contar de cima. Como se vê, as tensões nas arestas são as mesmas, quer se trate de uma, quer de outra parede, salvo, claro está, pequenas divergências provenientes da aproximação dos cálculos. Uma observação, porém, convém fazer agora: a não coincidência das tensões nas arestas A e D. Realmente, é êste um defeito que se pode apontar ao presente método do cálculo aplicado ao betão armado, pois vai contra as hipóteses admitidas. Se ha casos onde esta divergência possa causar sérias apreensões sôbre a validade do método no caso de peças não homogénias, no nosso, porém, não vemos motivos para tal, pois bastaria ao cabo de laboriosas tentativas projectar para tôdas as secções a secção óptima de ferro, ou seja a que trabalhasse a 1.200 k/cm². A não realização desta condição não nos parece, porém, oferecer grandes inconvenientes teóricos ou práticos.

A figura 24 mostra a distribuïção longitudinal das tensões normais na aresta C. A figura 25 mostra a armadura (para a flexão longitudinal) da parede 3 do elemento mais

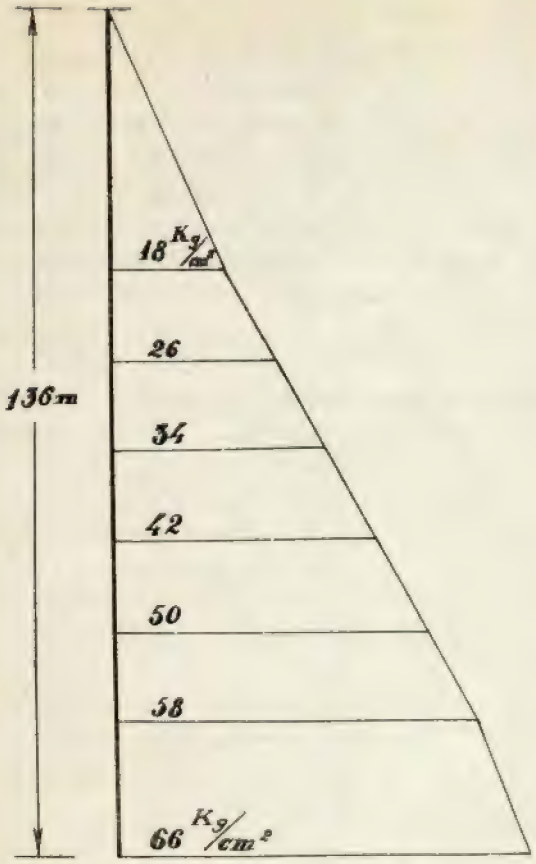


Fig. 24

alto. Como peça trabalhando à flexão tem as armaduras junto às bordas e está armada com varões inclinados e estribos calculados segundo os métodos correntes. Claro está, a armadura é simétrica. A figura 26 mostra a armadura da parede 2 (ou 4) que umas vezes trabalhará à compressão (parede 2) e outros à tracção (parede 4). Nos cuidados a ter com a abertura de orifícios nas paredes, teve-se em vista o que sôbre o assunto expõe Timoshenko na sua «Teoria de Elasticidade» ([14]).

Quanto aos restantes cálculos realizados para justificar as dimensões, não tem interêsse apresentá-los, pois nada tem de especial. Insistimos, porém, em que para se estar dentro da teoria das estruturas constituidas por superfícies planas é necessário calcular à flexão lateral a parede 2, como tramo carregado de uma lage contínua apoiada em A, B, C e D. E' êsse o cálculo rigoroso.

Há a encarar para o elemento mais alto a hipótese do vento actuar normalmente à sua parede 3 e para todos os elementos a hipótese do abalo sísmico ter a direcção longitudinal do monumento. De aí a existência de varões inclinados na parede 2. As partes superiores dos elementos eram curvas. Considerámos que elas trabalhariam como arcos ou abóbadas de

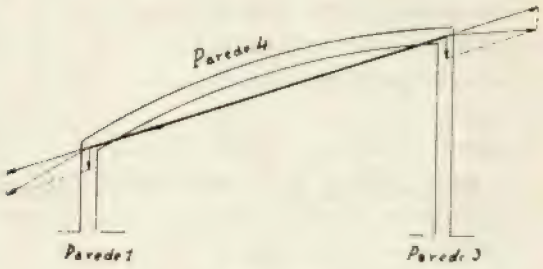


Fig. 27

flecha muito pequena ([15]) e munímo-las de tirantes, para não se produzirem torsões nas paredes 1 e 3, motivadas pela impulsão (fig. 27).

O cálculo das fundações não tinha nada de notável. Foi necessário, porém, prevêr apoios de tracção constituídos por ancoragens realizadas do seguinte modo:

Os varões das armaduras mergulhavam num massiço de betão que enchia um poço aberto na rocha — máxima profundidade, 4 metros — com uma superfície lateral tal que a aderência entre o betão e a rocha fôsse suficiente para suportar o esfôrço transmitido ao betão por aderência entre ferro e betão. A máxima tensão de aderência entre betão e rocha não atingiu 1,5 k/cm². No cálculo da compressão máxima sôbre o terreno de fundação (rocha) não se admitiu, porém, a existência do apoio de tracção e mesmo assim o valor máximo atingido foi de 29 k/cm².

Há que notar o seguinte: a ancoragem dos ferros só se tornaria indispensável se a resultante dos esforços exteriores actuando sôbre o elemento — considerado agora para efeitos de estabilidade como um conjunto — caísse fora da secção da base. Isso não se dava mas para as hipóteses admitidas — vento de 300 K/m² e abalo de 0,5 m/seg² — o momento de estabilidade excedia escassamente o momento de derrubamento (coeficiciente da estabilidade $\cong$ 1,05).

Era pois conveniente realizar um eficiente apoio de tracção.

E agora um problema delicado: o da encurvadura. Havia a encarar três espécies de encurvadura: a do conjunto, a da parede sujeita à compressão, e nas paredes 1 e 3 a proveniente dos esforços principais de compressão. Tôdas elas se combatiam com um único dispositivo: travamentos horizontais espaçados de uma certa distância. Mas como justificar as suas dimensões e afastamentos? O problema não se encontra tratado e resta saber se poderá sê-lo. ([16])

Craemer limita-se a dizer a pouca importância da encurvadura nas estruturas constituídas por superfícies planas; realmente é isto que é necessário compreender.

Como todos sabemos uma fôlha de papel tem uma fraquíssima resistência à encurvadura mas se a vincarmos de modo a formar um certo número de arestas e especialmente se constituirmos um sistema fechado (de modo a não deixar arestas livres) essa resistência aumenta extraordinàriamente (o nome porque Craemer designa êste género de estruturas é mesmo o de *estruturas vincadas:* Faltwerk).

Ora aplicar a estas estruturas ou aos seus elementos constituintes as fórmulas usuais da encurvadura é desaproveitar nitidamente as qualidades da estrutura. No nosso primeiro ante-projecto concebemos, espaçados de 10 em 10 metros dispositivos constituídos por uma nervura horizontal que circundava interiormente as quatro paredes do elemento e contraventada por duas vigas dispostas em cruz. Viemos mais tarde a constatar ser êsse o sistema empregado no monumento do Texas (em vez de duas eram quatro as vigas que se cruzavam).

Do monumento de Kiel não encontrámos nem nos desenhos nem no texto do citado artigo referência a qualquer espécie de contraventamentos. Julgamos ser êste um dos vários pontos que só experiências em modelos reduzidos podem esclarecer devidamente. E o mesmo se dirá do estudo das deformações.

Como o diagrama da fig. 24 é suficiente para elucidar, a dimensionação de grande parte da construção foi feita com excesso de material em relação ao exigido pelos cálculos. É que a espessura mínima foi fixada por nós em 30 cm. tendo em atenção: comparação com as outras obras existentes, comportamento à acção do tempo, colocação de armaduras, processo construtivo, obter um coeficiente de estabilidade maior do que 1, resistência à flexão lateral. Foi só ao cabo de laboriosas tentativas que fixámos as espessuras apresentadas: espessura variando de 30 cm. (no alto) até 40 cm. (na base) com variação mais rapida nas últimas secções. Isto para o elemento mais alto pois — como outro qualquer elemento de altura h é precisamente igual ao trôço de altura h (a contar de cima) do elemento mais alto — para o terceiro elemento, por exemplo, a espessura na base era de 38 cm., continuando a ser de 30 cm. no alto.

Contudo, uma outra lei de variação das espessuras em que se partisse de uma menor espessura no alto não era impossível e poder-se-iam mesmo obter economias notáveis. (Atenda-se a que a condição do coeficiente de estabilidade se resolve, por exemplo, aumentando a espessura e portanto o pêso do revestimento e que para a resistência à flexão lateral apenas nas secções mais altas havia que armar mais fortemente).

Colocámos as armaduras de tracção junto aos extremos da secção (como vulgarmente se faz) por ser assim que Ehlers os dispoz nos exemplos que cita e nas construções que realizou e por ser dentro dessa maneira que deduz algumas das fórmulas apresentadas.

Além disso, no sistema de vigas em caixão que se está usando muito para estruturas de pontes, especialmente, a colocação das armaduras têm-se feito, também, concentrando-as nos extremos da secção.

Ora, em vigas de grande altura em que, como no nosso caso, a distância da linha neutra ao centro de gravidade das armaduras chega a ser de metros, o problema da distribuïção das armaduras exige soluções diferentes das utilizadas nas vigas normais — parece-nos.

Com efeito não se pode deixar de distribuir armaduras longitudinais ao longo de tôda a secção (ver fig. 26) porque: primeiro, a não fazê-lo deixaríamos de ter betão armado (e portanto um material com as qualidades semi-plásticas criadas pela existência de armadu-

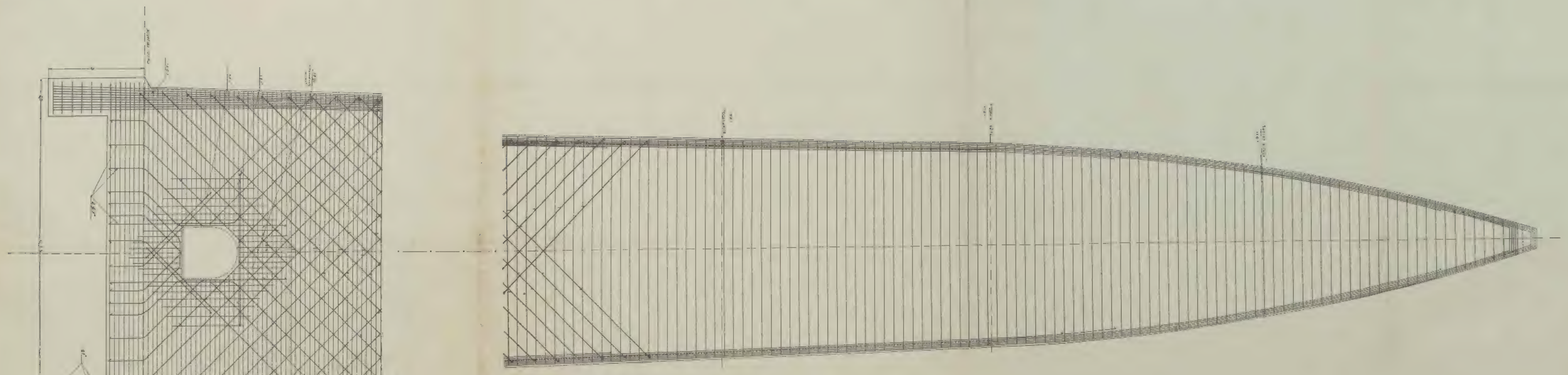


Fig. 25 — Pormenores das armaduras para a flexão longitudinal (Paredes 1 ou 3)

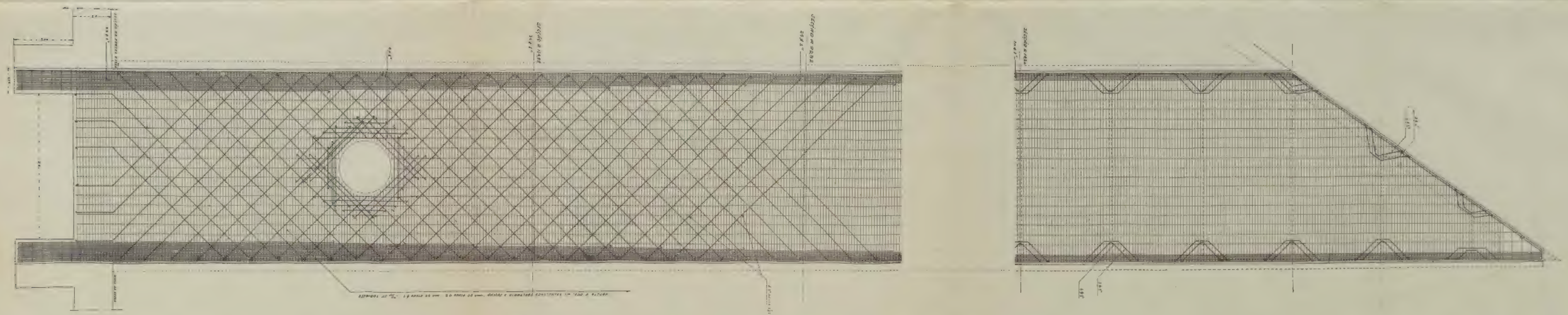


Fig. 26 — Pormenores das armaduras para a flexão longitudinal, transversal e suplementares (Paredes 2 ou 4)

ras); segundo, para os esforços de contracção e variação de temperatura é essa a distribuïção conveniente; terceiro, a existência de uma zona muito extensa não armada e através da qual se faria a transmissão dos esforços de tracção seria provável causa de aparição de fendas não prejudiciais para o equilíbrio elástico previsto mas para o comportamento do elemento à acção do tempo.

Por isso, a distribuïção das armaduras proporcionalmente à distância à fibra neutra, para as paredes 1 e 3, e ao longo de tôda a secção, para as paredes 2 e 4, seria mais racional e em nada iria contra a teoria das estruturas das superfícies planas, antes pelo contrário. Aliás, razões de ordem prática aconselham também a fazer essa distribuïção dadas as deficientes condições de betonagem de regiões onde se concentra tão grande número de varões. É certo que esta nova maneira de colocar as armaduras originava, nas paredes 1 e 3, aumentos de tensão para o betão e ferro, pois deslocava a fibra neutra em relação à posição que ela teria se o ferro estivesse todo concentrado na aresta. Neste último caso, porém, não é pelo facto de não se entrar nos cálculos com as armaduras suplementares (que pelas razões expostas não devem deixar de existir) que estas deixam de influir na posição da fibra neutra e que deixam, também, de poder vir a trabalhar a tensões muito superiores às tensões de segurança.

Dizemos, então, que a ser êste o monumento a executar seria a distribuïção das armaduras ao longo da secção que estudaríamos em definitivo, na certeza de que sem aumentar a despesa prevista ([20]) se projectava uma estrutura mais conveniente para resistir e durar.

Concluíndo: Os cálculos demonstraram a racionalidade da estrutura projectada pois esta, com espessuras pequenas e fraca percentagem de armaduras, estava apta a resistir, sem se excederem os limites normais das tensões de segurança, aos esforços notáveis que o Regulamento previa. O material que a constituiria era o que melhor obedecia aos requisitos de uma construção anti-sísmica e o revestimento projectado — se bem que muito autorizadas opiniões não vejam a sua necessidade — tinha, além de muito importante valorização arquitectónica, a grande vantagem de eliminar muitas se não tôdas as objecções que se poderiam legitimamente fazer sôbre o comportamento à acção prolongada dos séculos de um material que ainda não tem um.

O método de cálculo seguido tem as vantagens de todos os métodos de cálculo que se aproximam mais da realidade dos fenómenos e dá, em casos semelhantes ao nosso, possibilidade de projectar mais econòmicamente, do que utilizando os correntes processos de cálculo de estruturas de proporções normais.

O processo construtivo, que nas suas linhas gerais não se devia afastar muito dos modernos e rápidos processos de construção de silos, não poude ser objecto dum estudo pormenorizado por nos faltarem tempo e elementos suficientes para o fazer. Não tem, por isso, interêsse falar no orçamento da construção feito em bases possìvelmente superiores às que se viriam a dar na realidade.

A nossa idea ao publicar êste artigo foi a de apresentar um problema muito interessante e uma maneira de o resolver em que se recorreu a um método com a grande qualidade de partir de concepções mais conformes à realidade.

Apesar disso, cabe-nos preguntar se seria legítimo, hoje em dia, conceber e executar construções desta ordem de grandeza sem recorrer a verificações fotoelasticimétricas.

---

(1). Cf. Santarella, Il Cemento Armato. Vol. II, pgs. 174 a 189.

(2). Vidé: «Der Bauingenieur, Heft 7, Fev. 1930. Êste monumento tem cêrca de 68 m. de altura.

(3). Vidé: «Civil Engineering», Julho 1937. Êste monumento tem cêrca de 160 m. de altura.

(4). No monumento de Kiel considerou-se um vento de 225 K/m². A adopção de tão altos valores justifica-se por se tratar de construções de grande altura, sujeitas a esforços alternados e, no nosso caso, a construir à beira-mar.

Notamos que no monumento do Texas a dimensionação foi feita com bastante excesso em relação ao que os cálculos exigiam.

(5). Ver Art.° 11.° das Instruções Belgas, Dezembro, 1934.

(6). Por exemplo o método indicado por F. Muls--Guinotte in. «La Technique des Travaux», Jan. 1937. e que é mais perfeito que o de Guidi.

(7). Ver: Magnel, Pratique du Calcul du Beton Armé 1e partie, pg. 57.

(8). Resistance des Materiaux, Bertrand de Fontviolant, 3.° vol., pgs. 1 a 3.

(9). Para uma secção rectangular diremos: que *h* seja muito grande em relação a *e*, digamos 20 a 30 vezes.

(10). Ver, por exemplo, R. Saliger, Estática Aplicada, capítulo que trata da flexão composta, ou G. Magnel, Stabilité des Constructions, pg. 9, fórmulas 10) e 11).

(11). Do artigo de Craemer «Der heutige Stand der Theorie der Scheibenträger und Faltwerk in Eisenbeton» (Estado actual da teoria das «paredes» ou vigas de grande altura e das estruturas formadas por superfícies planas em betão armado) publicado no Beton und Eisen, Agôsto 1937, tiramos a seguinte bibliografia dêstes assuntos:

A) — Scheibenträger (paredes)

1) — Bortsch — R. Prof. — Die Spannungen in Silowänden infolge der lotrecht wirkenden äusseren Kräfte. Sonderdruck aus der Melan-Fetschrift, Leipzig u. Wien 1923.

2) — Graemer — Dr. Ing. habil. — Spannungen in hohen, wanderartigen Trägern unter besonderer Beruecksichtigung des Bunkerbaues. 2. Internat. Tagung für Brücken-u. Hochbau, Wien 1928, Kongressbericht.

3) — Bortsch — Die Ermittlung der Spannungen in beliebig begrenzten Scheiben. Aus den Sitzungeberichten der Akademie der Wissenschaften in Wien, math. naturwissenschaftl. Klasse, Abt. IIa, 138. Band, 1. u. 2. Heft., 1929.

4) — Craemer — Scheiben u. Faltwerke als neue Konstruktionselemente des Eisenbetonbaues. «B. u. E.», 18. Jahrgang 1929, Hefte 13,14.

5) — Craemer — Spannungen in wanderartigen Balken bei feldweise wechselnder Belastung. «Z. ang. Math.» Band 10, 1930.

6) — Bay—Dr. H. Ing.—Über den Spannungzustand in hohe Trägern und die Bewehrung von Eisenbetontragwänden 54 S., Stuttgart 1931.

7) — Bay — Der wandartige Träger auf unendlich vielen Stuetzen. Ingenieur-Archiv, 3. Band, 1932, Ste. 435 bis 446.

8) — Dischinger — Prof. Dr. Ing. — Beitrag zur Theorie der Halbscheibe und des wandartingen Trägers. Abhandlg. der internat. Vereinigung f. Brücken u. Hochbau, Band 1, Zurich 1932.

9) — Hager — Prof. Dr. — Der ebene Spannungszustand. «Z. ang. Math.» 12. Jahrg. 1932. Heft 3, S. 137 bis 141, siehe auch Heft 15, S. 239 bis 241.

10) — L'Hermite — Théorie des corps minces, L'Entreprise Française. 1932 u. 1933.

11) — Bay — Der Einfluss der lotrechten Pressungen auf die Hauptzugspannungen bei Eisenbetonträgern. «B. u. E.» 22. Jahrg. 1933, Heft 15, S. 239 bis 241.

12) — Craemer — Spannungen in durchlaufenden Scheiben bei Vollbelastung aller Felder. «B. u. E.» 22. Jahrgang, 1933, Heft 15, S. 233 bis 237.

13) — Dischinger — Die Ermittlung der Eiseneinlagen in wandartigen Trägern. «B. u. E.» 22. Jahrg. 1933, Heft 15, S. 237 bis 239.

14) — L'Hermite — Calcul des Parois plans et des Poutres-cloisons en Béton armé. «Gén. civ.» 53. Jahrg., 1933, Heft 17, S. 393 bis 397.

15) — Bay—Die Dreigelenkbogenscheibe; Versuche und Theorie über die Mitwirkung des Gewoelbeaufbaues bei Dreigelenkboegen. Berlin 1934.

16) — Fliegel, E. Dr. techn. — Über die Aufnahme der Windkraefte durch die Tragkonstruktion von Mehrgeschossbauten. «Stahlbau» 7. Jahrg., 1934, Heft 20, S. 157/160.

17) — Habel, A — Prof. — Zwei Spannungsaufgabendes Bunkerbaues. Ingenieur-Archiv, Band 5, 1934, Heft 4, S. 265 bis 274.

18) — Hager, Der ebene Spannungszustand. «Z. ang. Math.», 14. Jahrg. 1934, Heft 3, S. 184 bis 186.

19) — Reisner, E. Über die Berechung von Plattenbalken. «Stahlbau», 7. Jahrg. 1934, Heft 26 S. 206/208.

20) — Craemer — Die Beanspruchungen durchlaufender Tragwände durch Massenkräfte, besonders Reibung. Abhandlg der Internatl Vereinigg. f. Brücken — u. Hochbau. Band 3, Zürich 1935.

21) — Craemer — Das Zusammenwirken von Schale und Scheibe bei Bogenscheibenbrücken. «Bauing.» 17. Jahrg. 1936, Heft 21, S. 199 bis 203.

22) — Craemer — Nährungsformeln für die Randspannunge durchlaufender Scheibenträger. «Bautechn.» 1936, Heft 42.

23) — Craemer — Die Formaenderungen durchlaufender Scheibenträger Ingenieur-Archiv, 1936, Heft 5.

B) — Faltwerke (estruturas de superfícies planas)

24) — Schwyzer — H. Dipl. Ing. — Statische Untersuchung der aus ebenen Tragflächen zusammengesetzten räumlichen Tragwerke. Diss. Zürich, 1920.

25) — Craemer — Theorie der Faltwerke. — «B. u. E.», 29. Jahrg., 1930, Heft 15, S. 276 bis 281.

26) — Ehlers — Georg, Dipl. Ing. — Ein neues Konstruktionsprinzip. «Bauing.», 9 Jahrg. 1930, S. 125/132.

27) — Ehlers — Die Spannungsermittlung in Flächentragwerken. «B. u. E.», 29. Jahrg. 1930, Heft u. 16, S. 281 bis 286 u. 291 bis 296.

28) — Gruber — E. Dr. Ing. — Berechning prismatischer Scheibenwerke. Abhandlung der Internat. Vereinigung fuer Bruecken-und Hochbau, Band I, Zürich 1932.

29) — Gruening — G. Dr. Ing. — Die Nebenspannungen in prismatischen Faltwerken. — Diss. Darmstadt. Ingenieur-Archiv, 3. Band, 1932, Heft 4.

30) — Goldenblatt, J. Dipl. Ing., u. Ratz — Dipl. Ing. — Berechnung von Faltwerken, welche aus Sheiben mit verschiedenen statischen Systemen bestehen, «B. u. E.», 33. Jahrg. 1934. Heft 23, S. 369 bis 371.

31) — Gruber — Die Berechnung pyramidenartiger Scheibenwerke und ihre Anwendung auf Kaminkuehler. Abhandlung der Internat. Vereinigung f. Brückenbau u. Hochbau, Band 2, Zürich 1934.

32) — Ohlig — R., Dr. Ing. — Die Nebenspannungen der Randtraeger prismatischer Faltwerke unter besonderer Berücksichtigung des U-förmigen Plattenbalkens. — Diss. Darmstadt Wrüzburg 1934.

33) — Gruber — Die Berechnung äusserlich statisch unbestimmter primatischer Scheibenwerke. Abhandlugen d. Internat. Vereinigung für Brückenbau u. Hochbau, Band 3, Zürich 1935.

34) — Ohlig — Beitrag zur Theorie der prismatischen Faltwerke. Ingenieur-Archiv, 6. Band, 1935, Heft 5, S. 346 bis 354.

(12). Na realidade o centro de gravidade encontra-se abaixo de meia altura, visto a espessura das paredes aumentar de cima para baixo. Procedemos, portanto, por excesso.

(13). Ver, por exemplo, Adrien Paris, Cours de Beton Armé, pg. 167.

(14). Vidé: Theorie de l'Elasticité, S. Timoshenko, pgs. 80 a 87.

(15). Calculámos segundo Magnel, 3.° vol. Pratique du Beton Armé — Arcs prismatiques très surbaissés, pgs. 128 a 140.

(16). Veja-se contudo: «Etudes sur les surfaces auto-portantes minces metaliques» por L. Beschkine, 4.° vol., 1936, Memoires de l'Association International de Ponts et Chaussées.

(17). A teoria exposta é válida para estruturas prismáticas. Não é bem o nosso caso pois as paredes exteriores têm uma certa inclinação em relação à vertical. Como esta, porém, é pequena julgámos suficientemente aproximado considerar prismáticos os elementos a calcular. Repare-se, contudo que se podia, sem grande dificuldade, fazer um cálculo mais rigoroso: os esforços T continuam a dar-se ao longo da aresta mas admitem uma componente horizontal e outra vertical; tal e qual como nas vigas de altura variável dar-se-ia uma diminuïção dos esforços transversos e um aumento dos momentos flectores.

(18). Não queremos deixar de notar o seguinte: três meses e meio depois de se começarem a colocar os moldes das fundações do monumento de Kiel, a construção do monumento atingia os 68 metros de altura. O prazo para a construção do monumento do Texas era de 400 dias. São notáveis, também, as velocidades de construção que se obtêm empregando os modernos processos de construção de silos, como por exemplo o sistema das «coffrages glissantes», sistema Mac-Donald (ver Genie Civil, 28 Set. 1935).

(19). Rigorosamente, notamos nós, deve-se dizer que o esfôrço transverso Q_0 é igual não à área do diagrama mas igual ou equivalente ao volume de um prisma em que a base seja essa área e a altura a largura *b* da secção.

(20). De facto, as baixas tensões a que as armaduras das paredes 1 e 3 estão submetidas permitem essa variante sem necessidade de se aumentar a secção de ferro prevista. E para o aumento de tensão no betão só nas secções inferiores dos primeiros elementos haveria que aumentar a espessura, no caso de não se tolerar êsse aumento de tensão.

TÉCNICA N.° 97

Travaux de la Jonction Nord-Midi à Bruxelles

Chamamos a atenção dos nossos leitores para uma das gravuras da pag. 53, que se encontra invertida.

Apontamentos sôbre as Termas de Monte-Real

PELO ENG. DE MINAS LUIZ DE SALDANHA OLIVEIRA E SOUSA
(I. S. T.)

Tive ultimamente ocasião de visitar as Termas de Monte Real, para estudar uma questão de geologia aplicada, a pedido do Ex.mo Sr. Olimpio Duarte Alves, proprietário das mesmas termas, que muito amàvelmente me autorizou a transcrever do relatório que então elaborei a parte que me parece pode interessar os leitores.

Por ter havido urgência na apresentação dêsse estudo às instâncias competentes, não houve tempo de proceder a trabalhos de reconhecimento demorados, como abertura de poços ou galerias, que permitiriam fundamentar melhor as conclusões a que chegamos.

Também alguns desmoronamentos e aterros recentes impediram que fôssem examinados dados colhidos por outros geólogos, em tempos em que o desenvolvimento das termas era menor, e portanto mais numerosos os afloramentos das rochas subjacentes.

Na execução dêste trabalho tive a valiosa cooperação do Ex.mo Sr. Romão de Matos, competentíssimo Conservador dos Serviços Geológicos, que me acompanhou no trabalho de campo, e a cujo auxílio recorri inúmeras vezes.

Condições topográficas

As Termas de Monte Real estão situadas a cêrca de 1 quilómetro a Oeste da vila do mesmo nome, junto a uma zona baixa e alagadiça, nas proximidades do Rio Liz.

Êste Rio que tem um curso mais ou menos Norte-Sul, quando atinge o macisso ofítico de Monte Real, muda bruscamente de direcção, e quási se orienta de Este para Oeste, seguindo a direcção natural dos cursos de água que drenam o litoral e vão desaguar no Atlântico.

Suponho que esta mudança caprichosa se deve a ter o leito do rio seguido uma zona fracturada (talvez relacionada com as falhas de Batalha e Pôrto de Mós, cuja direcção é aproximadamente Norte-Sul), a qual foi interceptada pelo macisso eruptivo de Monte Real, tendo depois o rio aberto novo caminho através dêste macisso, e seguido o natural escoante para o mar.

É na parte côncava dêste cotovêlo formado pelo curso do Liz, que se encontram situadas as termas. Numerosas valas atravessam tôda esta baixa, estabelecendo a drenagem das águas, salgadas e doces que, provenientes de numerosas emergências, aqui se concentram.

Uma barreira formada por areias limita do lado Sul esta bacia, que foi, certamente, formada à custa do antigo estuário do Liz, progressivamente açoreado.

A partir desta zona litoral, pouco elevada, a topografia vai variando à medida que caminhamos para o nascente, e as cotas elevam-se gradualmente.

Duma maneira geral o relêvo topográfico é muito regular, formando pequenos cabeços arredondados, pois que, as areias que predominam nesta área, se desmoronam, e procuram nivelar a superfície topográfica.

Condições geológicas

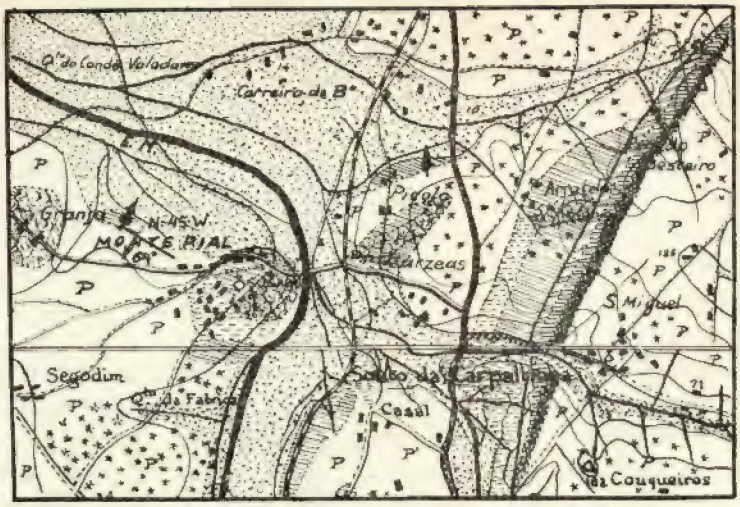
O estudo da geologia desta zona, apresenta certa dificuldade, porque, em grande extensão as formações arenosas ocultam os afloramentos das rochas sub-jacentes, e ainda porque, uma tectónica de difícil interpretação modificou a primitiva estratigrafia.

Quanto ao que há escrito sôbre o assunto, embora por falta de tempo certamente não tivesse consultado tudo o que a êle se refere, na parte que li, poucos detalhes dá sôbre êste local.

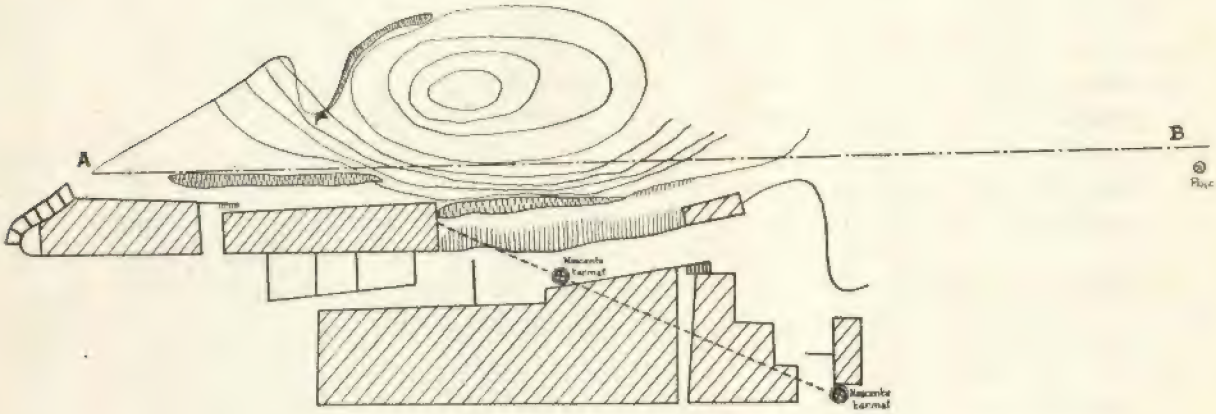
Algumas referências às povoações de Monte Real, Carvide, etc., mas pouco circunstanciadas, se encontram nos trabalhos de Choffat [1].

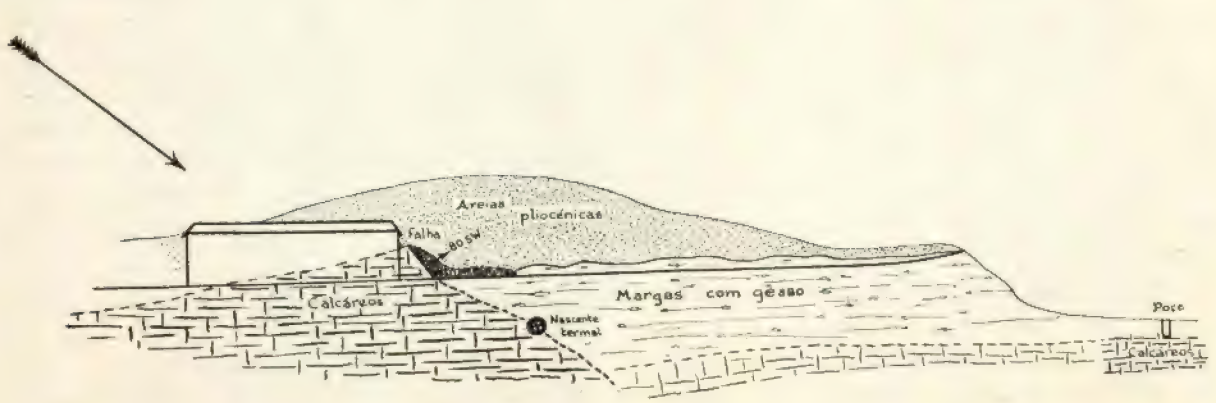
---

[1] Quando escrevi êste relatório ainda não tinha sido publicada a valiosa obra do Ex.mo Sr. Eng.o Carlos Freire de Andrade: «Os vales submarinos Portuguêses», que na pág. 89 se refere à zona de Monte Real.


Q.ta do Conde Valadares
Carreiro da B.ª
L. N.
Granja
N-45-W.
MONTE RIAL
Pigueiro
Amieiro
Castanheiro
Lameiras
S. Miguel
Segodim
Q.ta da Fabrica
Casal
Q.ta dos Carpalhos
Couqueiros

Nascente de água termal
Falha
Rocha erupt tipo ofita
Aluvião
Pliocénico
Oligocénico
Turoniano
Cenomaniano
Calcário
marnoso
Hetangiano
Convencões


A
B
Nascente termal
Nascente termal


Areias pliocénicas
Falha
80 SW
Margas com gêsso
Calcáreos
Nascente termal
Poço
Calcáreos

O exame do pequeno esbôço geológico que acompanha êste estudo mostra que em grande parte da região predominam as areias finas amareladas, que em geral são tomadas como pertencendo ao Pliocénico.

Inferiormente nas vizinhanças de Monte Real aparecem as camadas Hetangianas, constituídas por calcáreos dolomíticos negros, por vezes um pouco marnosos, e por argilas e gêssos.

Atravessando estas formações deparam-se alguns morros de rocha eruptiva do tipo em geral designado com o nome de Ofite, cujo aparecimento é natural nestas zonas de tectónica especial designadas por Choffat com o nome de vales tifónicos. Temos afloramentos desta rocha no Picoto, em Monte Real e Monte Redondo.

Para os lados de Souto da Carpalhosa aparecem as séries inferiores um pouco mais completas, pois temos o Cretácico com os andares Cenomaniano (C_2) e Turoniano (C_3) e o Oligocénico, que estão separados por falha das camadas Hetangianas inferiores.

A zona baixa e alagadiça é ocupada por um enchimento de areias e argilas, intercaladas, e a sua origem lacustre é denunciada pelo aparecimento de numerosíssimos fosseis de água doce, que constituem verdadeiras bancadas.

Segundo informações que me foram fornecidas pelo Ex.mo Sr. Romão de Matos, era visívivel, alguns anos atraz, um afloramento basáltico por detraz da captagem das Termas. Infelizmente, por mais que o procurasse, não consegui encontrá-lo, talvez porque esteja actualmente oculto pelas areias, ou pelo atêrro feito para construir o caminho por detraz do edificio do balneário.

Condições tectónicas

A dificuldade em encontrar afloramentos das camadas inferiores, torna êste exame da tectónica extremamente limitado.

Examinando a barreira que se encontra por detraz do edifício do balneário pode notar-se que a uns 3 metros do cunhal duma edificação encostada a essa barreira se deu um desmoronamento indicando uma zona de menor resistência.

Mandei excavar êsse ponto, e verifiquei que os calcáreos negros do Hetangiano apresentavam uma parede quási vertical, e em contacto com êles estava um grès muito compacto, formado por grãos de quartzo hialino rolados e extremamente fossilífero. Os fósseis, bastante mal conservados, são marinhos, e parecem permitir caracterizar o Pliocénico. Embora os elementos de que disponho sejam poucos, pois não houve tempo para proceder a pesquisas mais demoradas, tomei êste acidente como uma falha, pois a verticalidade da parede, a profundidade a que desce, e ainda o alinhamento de nascentes na direcção que reputo como sendo a direcção da falha, me levam a considerá-lo como tal.

As suas características são: direcção N-6°-W e inclinação 80-85° para SW.

Se, como me parece, os fósseis faziam parte das camadas atingidas pelo movimento tectónico, e não se trata apenas dum enchimento de falha, posterior ao movimento, temos que admitir uma fractura post-Pliocénica.

Os calcáreos negros apresentam-se sem estratificação visível, e muito fragmentados.

Os grès apresentam incluidos grandes blocos rolados de quartzite, calcáreos e, mais raramente, ofite, o que mostra serem as rochas eruptivas anteriores ao Pliocénico.

Sobrepondo-se a todos êstes sedimentos aparecem as areias finas do Pliocenico que cobrem tudo, ocultando qualquer repercussão exterior da falha.

Os calcáreos negros não mais aparecem superficialmente nas vizinhanças das Termas. Prolongam-se até ao fundo da captagem, uns 8,30 metros abaixo da cota de afloramento, e do outro lado da falha apenas foram encontrados no fundo dum poço, que dá água dôce, a uns 3 metros abaixo da cota da captagem.

Além desta falha, existia outra, hoje escondida, numa escarpa das areias Pliocénicas, que tinha a direcção N-45-W e inclinava de 64° para o Sul, segundo me informou o Ex.mo Sr. Romão de Matos.

Finalmente, há ainda a longa falha que separa as formações do Cretácico das camadas Hetangianas, aproximadamente N-S, próximo do Souto da Carvalhosa. Mas esta falha é mais antiga que as outras, ambas post-Pliocénicas.

Condições hidrológicas

A captagem está estabelecida sôbre a presumida zona de falha; existem 3 bolhões, bro-

tando em fendas do calcáreo negro, sendo um dêles mais abundante que os outros. Estão captados juntamente, numa com 1,50 metros de altura.

A temperatura mantém-se constante e é de 19°; o caudal é, sem variação de verão para o inverno de 24 litros por minuto.

A composição química, segundo a análise feita pelo Ex.mo Sr. Prof. Charles Lepierre, em 1636, é por litro:

Aniões	Miligr.	Catiões	Miligr.
Cl^-	157,6	Ca^{++}	629,0
SO^{4-}	1598,1	Mg^{++}	43,7
CO^3H^-	114,2	Fe^{++}	4,5
NO^{3-}	0,1	Na^+	94,3
SH^-	4,0	K^+	13,3
	1874,0		784,8

Sio^2	15,6
Matérias orgânicas	1,9

e portanto a mineralização total é de 2676,3 mgr.

Trata-se duma água principalmente *sulfúrea cálcica, sulfatada cálcica;* subsidiàriamente: bicarbonatada cálcica e magnésica, cloretada sódica.

Justifica-se esta elevada mineralização pelas condições hidro-geológicas. As águas provenientes possìvelmente do planalto de Marrazes e Milagres, infiltram-se nas areias Pliocénicas e descem até ao contacto com as camadas Hetangianas, fortemente mineralizadas, e dissolvem parte dos sais contidos naquelas rochas, até que, circulando ao longo da falha, vêm brotar à superfície do solo.

Prof. Marcelo Caetano

A convite da Direcção da **Técnica,** o Prof. Marcelo Caetano, da Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa, realiza no I. S. T., às 21 ½ horas do dia 13 de Janeiro, uma conferência sôbre

CORPORATIVISMO E TÉCNICA

QUESTÕES RADIOELECTROTÉCNICAS

PELO ENG.º PAULO DE BRITO ARANHA

(E. M., E. S. E., DO CURSO DE ENG. EL.ª)

Sistema de registo acústico Eurocord

C — DUPLO INDICADOR DE NÍVEL

Função dos indicadores de nível

Indispensável se torna sempre o uso de indicadores de nível em quaisquer dispositivos de transmissão de fenómenos acústicos. Mas é absolutamente fundamental o interêsse de tais órgãos na técnica do registo de som — em particular o registo sôbre película, onde as dificuldades se acumulam —, podendo dizer-se que as exigências a respeito da qualidade dos indicadores atingem então severidade extrêma.

Por um lado, é necessário evitar que as amplitudes gravadas desçam abaixo do nível das perturbações, ainda apreciável mesmo quando se utilizem processos de redução do ruído de fundo, como acontece no sistema Eurocord; preciso é, por outro, que se obvie à sobrecarga dos amplificadores e demais elementos da cadeia transmissora, com a sua conseqüente e inadmissível distorsão. Significa isto que a proporção natural das potências acústicas, estendida por mais de 130 decibels, tem de forçadamente comprimir-se numa facha dinâmica útil muito menos larga, sem que, todavia, mercê do critério orientador dessa compressão indispensável, deva perder-se qualquer parcela importante do valor artístico original. O segrêdo da operação reside no emprêgo judicioso dos indicadores de nível e na sua interpretação inteligente, quanto à manobra dos comandos reguladores.

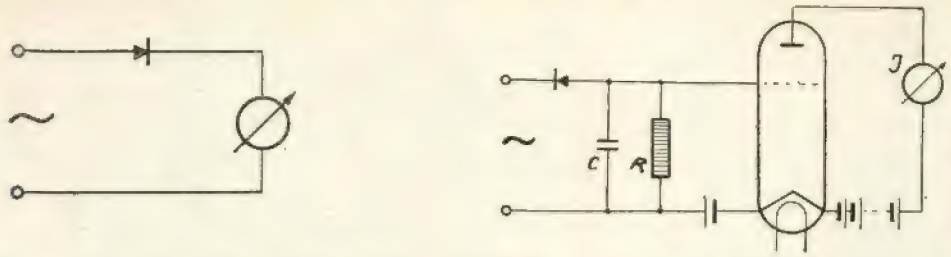
Tipos de indicadores

Constróem-se indicadores de nível, em audio-freqüência, de dois tipos fundamentais: *indicadores de nível médio* e *indicadores de impulsos*. Uns e outros são essencialmente voltímetros, indicando a potência electro-acústica a partir da tensão desenvolvida num sistema de impedância estruturalmente constante.

Exigem-se duas condições, cuja necessidade é intuitiva, a todos os indicadores de nível: *consumo pràticamente desprezível* (impedância muito alta), *sensibilidade sensivelmente independente da freqüência*, pelo menos até 10000 hertz. Estas condições põem automàticamente de parte o emprêgo dos instrumentos de ordinário utilizados em corrente alternada industrial (aparelhos electro-dinâmicos ou electro-magnéticos, dinamómetros de indução) e conduzem *geralmente* ao uso de instrumentos de quadro móvel munidos de dispositivos rectificadores.

Como modelos de indicadores de nível médio, podem citar-se os voltímetros com rectificadores de óxido de cobre, e os voltímetros termo-iónicos, funcionando em acção quadrática, e que mais não são do que detectores de lâmpada electrónica, providos dum miliamperímetro de quadro móvel no circuito anódico. Nos primeiros, fixa-se o intervalo de tempo durante o qual a potência é integrada, ou reduzida a um valor proporcional ao médio, dando ao amortecimento do galvanómetro de quadro móvel uma grandeza conveniente; nos segundos, além do amortecimento do aparelho do circuito anódico, é de uso fazer influir na definição dos limites da inte-

gração a acção combinada duma indutância, em série com o instrumento, e duma capacitância, em paralelo com essa série, sistema cujo efeito é, evidentemente, impedir o aparelho de seguir bruscas variações de amplitude na corrente.



À esquerda, esquema dum indicador de nível médio, constituído por um voltímetro com rectificador de óxido de cobre; à direita, esquema dum indicador de impulsos, constituído por um voltímetro termo-iónico em ligação com um sistema rectificador-condensador

Como modelo de indicador de impulsos, pode citar-se o mais largamente utilizado, que consiste num voltímetro electrónico, funcionando em acção quadrática, pelo qual se determina a tensão dum condensador, que através dum rectificador se carrega. Aplicada ao sistema uma tensão alternada transitória, adquire o condensador uma tensão sensivelmente igual à sua máxima amplitude durante as alternâncias favoráveis ao sentido da rectificação, só podendo depois descarregar-se através da resistência R.

A descarga, como é sabido, rege-se pela equação:

$$R\,i + v = 0 \qquad \text{ou} \qquad C\,R\,\frac{d\,v}{d\,t} + v = 0$$

cujo integral se escreve, chamando V_0 à tensão inicial:

$$v = V_0\, e^{-\frac{1}{CR}t}$$

A tensão inicial reduz-se, pois, a $1/e$ do seu valor ao fim dum intervalo definido pela *constante de tempo* $\theta = CR$, dependente dos valores de C e de R.

Análogamente, o intervalo de tempo necessário para a carga depende da constante de tempo do circuito de entrada, função do valor de C e da resistência do rectificador.

Dimensionando convenientemente os elementos de que dependem a carga e a descarga — na prática, adoptam-se alguns milisecundos para a acusação e alguns segundos para a queda — o indicador poderá seguir com fidelidade os impulsos da potência electro-acústica, definindo perfeitamente o valor das suas sucessivas pontas transitórias.

Em boa verdade, um exame cuidadoso da modulação não se satisfaz com um só dos dois tipos de indicador de nível, senão com a sua combinação simultânea. É que da potência média depende a intensidade subjectiva ou volume do som e é pelo justo valor das pontas que se evita a distorsão. Necessário se torna, pois, possuir os dois elementos em conjunto.

Por outro lado, o uso de voltímetros termo-iónicos exige fontes de tensão complementares, sempre incómodas, pelo pêso e pelas dimensões, quando se trate de instalações transportáveis.

Deve-se ao Dr. H. Neumann, da Klang-Film de Berlim, um indicador duplo, muito interessante, que não utiliza senão rectificadores de óxido de cobre, sendo, por isso, dum tamanho reduzido, e que, ao mesmo tempo, pelas suas curiosas características, ainda fornece elementos mais úteis para o trabalho do que os modelos clássicos atrás referidos, tanto no que respeita ao volume do som como à importância das pontas. Dessa realização de inteira novidade se falará mais adiante, descrevendo-a e interpretando-a, uma vez passadas em revista as propriedades essenciais dos rectificadores de óxido de cobre, nela empregados.

Propriedades dos rectificadores de óxido de cobre

A corrente rectificada é quási linearmente proporcional à corrente alternada que se aplica ao rectificador, excepto para correntes muito pequenas, em que a lei é quadrática. Porém, *a resistência* da unidade rectificadora depende consideràvelmente da corrente que a atravessa, e *decresce com rapidez quando a corrente aumenta.*

Por conseqüência, usado como *voltimetro,* um instrumento de quadro móvel, munido de rectificador, tenderá a ter uma *escala comprimida no extremo inferior,* visto que, quando a tensão decresce, a corrente decresce mais ràpidamente ainda, em virtude do aumento da resistência do rectificador. Por outras palavras, *a característica tensão-corrente volta a concavidade para o lado das ordenadas positivas.*

Usados em montagem Grätz (ponte de unidades rectificadoras, sempre empregada na prática) os rectificadores utilizam as duas alternâncias, e a corrente que percorre o aparelho, em regime sinusoidal, tem, por isso, a forma duma *sinusoide comutada.* Chamado R_a à resistência do sistema, quando usado como voltimetro, nela incluindo qualquer resistência adicional ou multiplicadora utilizada, essa corrente, desenvolvida em série de Fourier, exprimir-se-á, se for $v = V_m \operatorname{sen} \omega t$ a tensão aplicada:

$$i = \frac{2}{\pi} \frac{V_m}{R_a} \left(1 - \frac{2 \cos 2 \omega t}{1 \cdot 3} - \frac{2 \cos 4 \omega t}{3 \cdot 5} - \frac{2 \cos 6 \omega t}{5 \cdot 7} - \dots \right)$$

As harmónicas, só de ordem par, deminuem muito ràpidamente de amplitude; de modo que o aparelho dá pràticamente indicações relativas ao têrmo constante, que é proporcional ao valor médio da tensão (seria proporcional ao valor médio da corrente na ligação como amperímetro). Isto significa que, calibrado em regime sinusoidal, *o instrumento* munido de rectificadores *dará erros de forma de onda* quando empregado noutro regime.

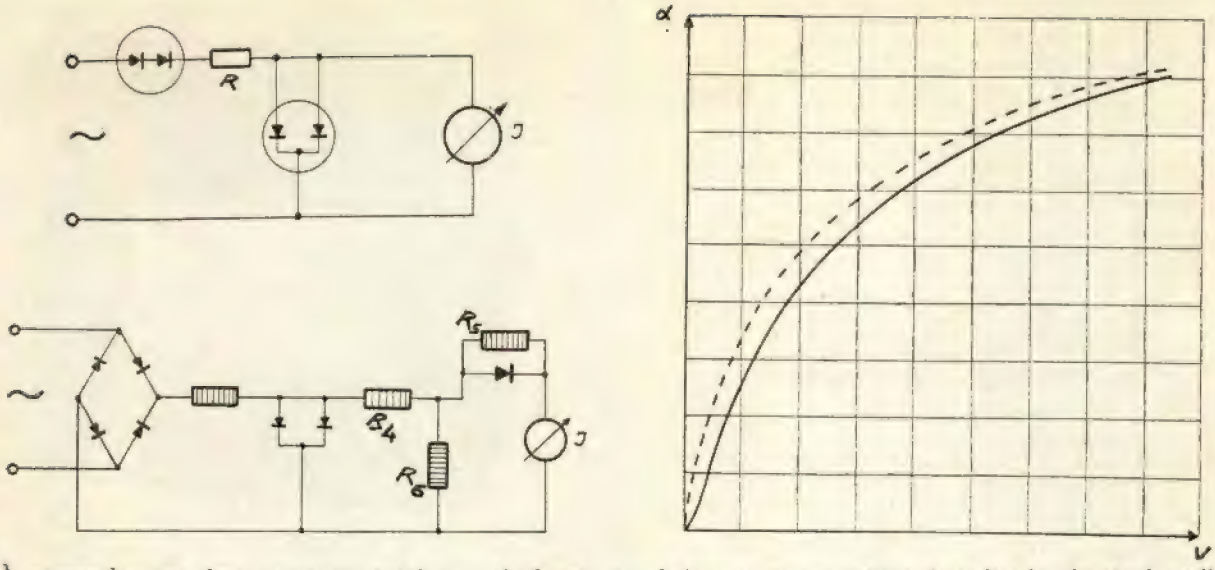
Êste inconveniente não é o único. A rectificação é imperfeita e não como acaba de se supor; existe ainda um limiar de tensão, abaixo do qual a operação se não efectua. Além disso a queda de tensão no sistema é alta; as *características do rectificador são variáveis com a temperatura,* tornando-se inutilizáveis além de 45°; e o uso dos aparelhos é limitado pràticamente a 10.000 hertz, em virtude da capacidade electrostática dos elementos rectificadores, cuja reactância se torna deminuta além dessa freqüência. São, porém, inconvenientes que não invalidam o uso cada vez mais generalizado dos instrumentos, no domínio da audio-freqüência, indo-se ao ponto, no duplo indicador adiante descrito, de corrigir o efeito da temperatura a-fim-de aumentar a precisão da escala.

O duplo indicador de nível

Indicador de nível médio — O Dr. Neumann considerou a característica tensão-corrente dos elementos rectificadores imprópria para a indicação da intensidade subjectiva ou volume do som. Na realidade, segundo a lei de Fechner, *a sensação cresce como o logaritmo da excitação;* o *volume* do som será, por conseqüência, sensìvelmente *proporcional ao logarítmo da sua intensidade* física, *eléctricamente traduzida em potência* no dispositivo sob medida. Um bom indicador de nível médio deverá, assim reagir logarìtmicamente à potência e ter, portanto, uma escala da forma:

$$i \quad \text{ou} \quad \alpha = K \log u + C$$

O factor de proporcionalidade K define a sensibilidade à excitação logarítmica da tensão u, aplicada ao instrumento, e a constante C determina a posição da gama de medida na escala do mostrador.



À esquerda, em cima, esquema teórico equivalente; em baixo, esquema prático do indicador de nível médio, com a escala logarítmica apresentada à direita, a traço cheio (a tracejado, vê-se a escala logarítmica ideal).

Ora uma característica desta natureza tem a concavidade às avessas, quere dizer, voltada para o eixo das abscissas. O artifício que permite atingir tal resultado consiste em utilizar uma ligação ou montagem de que se dá o esquema teórico equivalente e o esquema prático.

Nestas condições, o instrumento é apenas afectado por uma tensão V que, supondo alta a sua resistência interna, se relaciona com a tensão V_0 aplicada ao sistema pela expressão que a seguir se indica e em que R_1 é a resistência do rectificador em série e R_2 a do rectificador em paralelo:

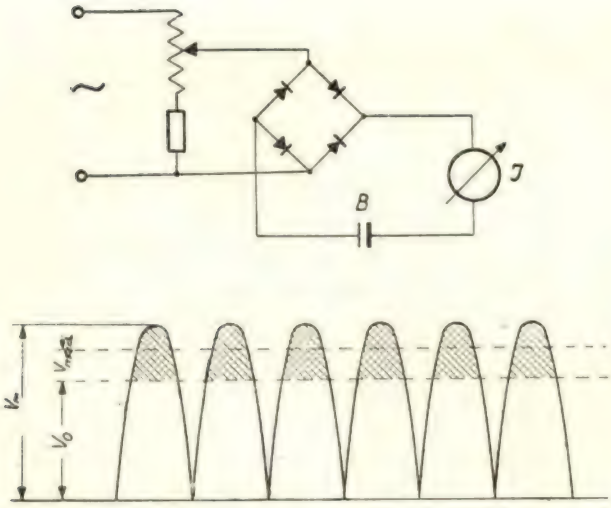
$$V = V_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R}$$

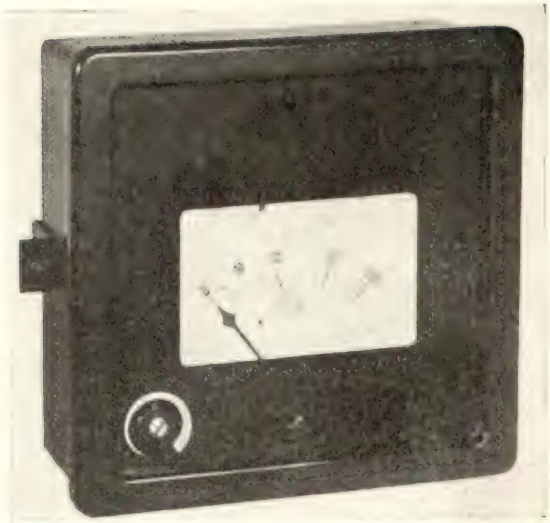
Como R_1 e R_2 são resistências de valor dependente da corrente (decrescem quando a corrente aumenta), pode conseguir-se, por judiciosa combinação das três resistências, que a curva de aferição resultante afecte uma forma que pouco se afaste da curva logarítmica ideal.

No esquema prático do aparelho, existe um dispositivo corrector das influências da temperatura, constituído por um rectificador em série com o instrumento de quadro móvel, cuja resistência varia no mesmo sentido da do rectificador em paralelo, compensando, assim, o efeito das oscilações térmicas dêste. Três resistências complementares permitem a afinação do sistema: R_4, para fixar o máximo valor da escala, R_5, para ajustar a correcção de temperatura, e R_6, para regular o amortecimento do aparelho indicador, que deve evidentemente ser grande, dada a sua função integradora.

Indicador de pontas — Encerrado na mesma caixa e com escala no mesmo mostrador, existe um engenhoso indicador de pontas, cuja concepção, aliás muito simples, também constitui inteira novidade.

A função do indicador de pontas consiste em indicar pequenas sobrecargas, que ultrapassem um determinado valor da tensão. Êsse objectivo consegue-se ligando, em série com o aparelho de quadro móvel, a contratensão duma pequena bateria, que actua em sentido contrário ao da tensão obtida, por rectificação, na diagonal da montagem Grätz dos rectificadores de óxido de cobre. A bateria, pràticamente, nunca debita corrente, pois que, pelo sentido da ligação, os rectificadores a isso se opõem. E só quando a tensão rectificada ultrapassa a tensão da bateria





À esquerda, em cima, o indicador de pontas; em baixo, a figuração duma sobretensão; o aparelho reage balìsticamente às áreas tracejadas, acabando por dar uma indicação proporcional ao produto da amplitude da sobrecarga $V_m - V_0$ pela sua duração τ. Quando a sobrecarga é constante e muito prolongada, o instrumento fixa-se numa indicação proporcional ao valor médio das áreas tracejadas. — À direita, o duplo indicador de nível, na sua caixa, vendo-se, ao centro, o mostrador de dupla escala e, no canto inferior da esquerda, o comando do potenciómetro do indicador de pontas

(o que corresponde, por regulação do instrumento, executada à custa do potenciómetro, a sobrecargas dum determinado valor), é que a agulha do miliamperímetro se desloca, acusando a ponta momentânea.

Os dois indicadores são ligados em paralelo à saída do amplificador da aparelhagem de registo. Excitada a entrada microfónica por meio duma tensão constante, correspondente ao máximo valor da modulação admissível pelo género de registo que se pretende efectuar, basta regular, por meio dum parafuso, o valor da resistência do potenciómetro, de forma que o indicador de pontas justamente comece a funcionar a partir deste valor da modulação.

É de notar que as indicações do instrumento não são proporcionais à amplitude das pontas, mas sim à sua importância relativa, balìsticamente considerada (a não ser em caso de sobrecarga constante e muito prolongada, em que o instrumento se fixa numa indicação proporcional ao valor médio). Efectivamente, mais desagradável é geralmente uma pequena mas longa sobrecarga do que uma forte ponta de curta duração; e o instrumento deverá reagir de acôrdo com êste efeito subjectivo, afim de não induzir em êrro o engenheiro director de som. De esperar era, porém, que assim sucedesse, dada a inércia inevitável dum instrumento de leitura directa, aliás limitada pelo valor do período próprio do quadro móvel, que deve ser curto, neste sistema, afim de que a leitura seja rápida.

Para impulsos curtos, de duração τ, o desvio máximo α_m do ponteiro obedecerá, teòricamente, à equação:

$$\alpha_{max} = \frac{K}{R}\int_0^{\tau}(V_m - V_0)\,dt$$

em que K é uma constante, R a resistência do circuito de medida, V_m a amplitude da tensão de ponta e V_0 o limiar de indicação, definido pela contratensão da bateria. Experiências cuidadosamente efectuadas mostraram que a lei de reacção era de facto esta, tal como se pretendia. As indicações resultam sensìvelmente proporcionais ao produto da amplitude da sobrecarga pela sua duração.

D — PALAVRAS FINAIS

A instalação Eurocord da Tobis Portuguêsa

Ficou feita a descrição geral da aparelhagem Eurocord, sistema Tobis-Klang-Film, recentemente adquirida pela Tobis Portuguêsa e pormenorizadamente se falou das duas mais interessantes novidades desta notável realização da indústria eléctro-acústica europeia. Outros elementos seriam também dignos de nota especial, mas, como já se assinalou, não convém alongar demasiadamente a exposição.

A instalação transportável Eurocord, da Tobis Portuguêsa. Em baixo, vêem-se dois aspectos do interior da cabine de som; à esquerda, a câmara de som e, à direita, a mesa de comando

Afigurou-se de boa regra, para rematar o assunto, apresentar a instalação sob o seu aspecto definitivo, tal como foi descrita no primeiro parágrafo. Uma fotografia do exterior da viatura, e dois aspectos da cabine de registo de som, informam, todavia, mais concretamente a êsse respeito do que quaisquer novas considerações.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

Ein neuer aussteuerungsanzeiger, Dr. H. Neumann.
Medidas eléctricas, Prof. F. Moncada, Curso I. S. T.
Radioeléctricité générale, Prof. R. Mesny, curso E. S. E.
Radio engeneering, Terman.
Radio engeneering handbook, Henney.
Misure Radiotecniche, Pession.

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

PORTANTO FAZEI DESPORTO!

Le sport est un éducateur de premier ordre au triple point de vue physique, moral et social.

GEORGES LAMIRAND

Parecerá estranho que se venha falar de desporto numa revista de engenharia.

Parecerá, mas nós não pensamos que o seja.

E, não pensamos isso por haver dois motivos que nos fazem ter opinião contrária.

Em primeiro lugar porque se trata dum assunto de grande importância, cujo estudo tem sido deixado ao arbítrio dos estudantes; depois porque estamos numa página especialmente destinada à inserção de matérias de interêsse escolar.

Feita esta prévia explicação, entremos pròpriamente no assunto que aqui nos trouxe.

Entre as múltiplas actividades que uma associação escolar (e muito especialmente a nossa, pelos meios que tem à sua disposição) deve desenvolver, destaca-se nitidamente a actividade desportiva, ou antes, pedagógico-desportiva.

De resto, se consideramos a acção desportiva duma associação de estudantes muitíssimo importante, não vamos ao ponto de a colocarmos à frente da acção educativa pròpriamente dita e, da acção de solidariedade e assistência.

Não a colocamos à frente, dissemos, mas colocamo-la lado a lado, ao mesmo nível, contribuindo em igualdade de valor para uma perfeita formação da personalidade de todo aquele que lançar mão do desporto com o fito de entrar na vida prática na posse duma bagagem de aptidões muitas vezes imprescindíveis e, de conhecimentos de tôda a espécie, sem descurar a educação das suas próprias faculdades.

Trata-se, no nosso caso, do engenheiro, e êle, homem de acção, precisa de possuir, no mais alto grau, certas qualidades, tais como, iniciativa, persistência, observação, muitas vezes, sangue frio e, — quem sabe? — até desprêzo pelo perigo eventual.

Onde adquire ou pode aperfeiçoar o estudante, aquelas qualidades? No estudo das matérias professadas nas várias cadeiras do curso? Parece-nos que não.

Adquire-as, sim, mas é por uma prática regular e metódica de exercícios físicos, nunca, claro está, com prejuízo dum estudo profundo e aturado das questões postas nas aulas.

Não estamos desacompanhados no nosso modo de ver, pois podemos chamar em auxílio a autorizada opinião de Coubertin [1], de quem são as palavras seguintes:

«O desporto deposita no homem gérmens de qualidades intelectuais e morais».

Dizemos isto e insistimos: não pensamos que um engenheiro precise de ser uma espécie de acrobata de circo, mas proclamamos que dois dos melhores trunfos com que êle pode contar na vida prática são uma saúde forte e as qualidades já citadas, a que podemos chamar, com propriedade, qualidades desportivas, tão inerentes estão à condição de verdadeiro desportista.

Exemplos poderiam ser citados imensos, mas preferimos, mais uma vez, recordar palavras de Coubertin:

«A guerra de 1914-18 forneceu numerosos exemplos da penetração da personalidade pelas qualidades desportivas e a sua extensão ao domínio puramente moral».

---

[1] La Pedagogie Sportive. Baron Pierre Coubertin.

Para terminar, não resistimos à tentação de transcrever uma página da admirável obra de Georges Lamirand que se chama Le Rôle Social de l'Ingénieur.

As linhas que se seguem valem bem mais do que tudo quanto temos dito em favor do desporto na escola de engenharia.

«Nunca será demasiado recomendar aos futuros engenheiros que preparem o fôlego e os músculos.

É preciso poder escalar sem vertigens as barras duma estrutura metálica, estar longas horas em observação perto dum forno, numa atmosfera asfixiante (1), visitar condutas, apanhar bátegas de água, velar sem adormecer, percorrer à pressa estaleiros enormes, conduzir um automóvel a tôda a velocidade porque chamam por vós para evitar uma catástrofe, passar do calor que queima ao frio e do frio que gela ao calor,... sem esquecer os «100 metros» para não perder o combóio que vos conduzirá junto da família uma noite que, até ao último momento, tivestes que ficar para a reparação duma máquina que se avariou. Portanto fazei desporto!»

Artur Raúl da Silva Marques
Do Grupo Desportivo

(1) Trata-se aqui duma oficina metalúrgica.

DO MUNDO TÉCNICO

Duas barragens de abóbadas múltiplas

Graças ao uso do betão armado, tem-se difundido, depois de 1900, a construção de barragens do tipo de abóbadas múltiplas.

Ùltimamente temos a assinalar a construção de mais duas barragens do citado tipo.

São elas:

A barragem de Bartlett, em construção nos E. U. A., estado de Arizona, que faz parte do sistema de irrigação do vale de Salt-Lake;

A barragem dos Beni-Bahdel, na Argélia, que é a última dum vasto plano de trabalhos de irrigação levados a efeito pelo govêrno geral daquela colónia francesa.

A barragem de Bartlett, cuja construção deve terminar em 1939, mede 87m,50 de altura (é a mais alta barragem de abóbadas do mundo) e, é formada por 10 abóbadas de volta inteira com 14m,64 de diâmetro interior, não paralelas, mas cujos eixos convergem num ponto situado a 426m a juzante do coroamento, abóbadas essas ladeadas por duas alas do tipo gravítico, formando encontros.

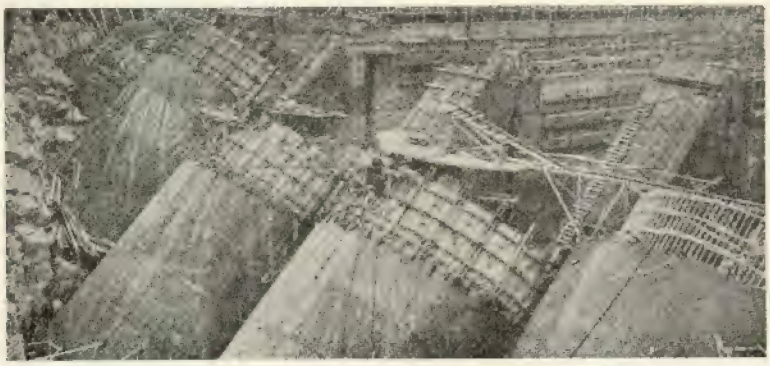


Fig. 1 — Barragem de Bartlett

A barragem dos Beni-Bahdel tem 53m de altura, é formada por 11 abóbadas de 20m de diâmetro e, tem também encontros tal como a barragem já citada.

Na primeira, foi-se levado à escolha do tipo em questão, afastada a hipótese duma barragem de terra por falta de material, depois de estudos comparativos

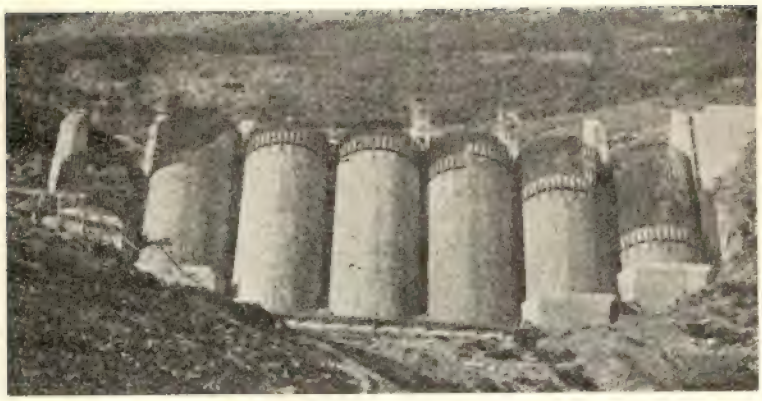


Fig. 2 — Barragem dos Beni-Bahdel

com os tipos de arco único de eixo vertical, gravítico e de laje inclinada e contrafortes.

Na segunda, em virtude da natureza do terreno, no local da obra, que se apresenta muito heterogénio, escolheu-se o tipo de barragem de contrafortes e, dentro dêste, preferiu-se a construção de grandes abóbadas repousando sôbre contrafortes muito grossos de betão não armado.

É de notar que, pelo contrário, na barragem americana se viu a necessidade de armar fortemente os contrafortes para atender aos esforços de temperatura.

Os estudos que permitiram chegar àquela conclusão foram verificados pela medição óptica dos esforços feita em modelos de bakelite que serviram para verificar todos os cálculos, como por exemplo, os relativos a momentos, impulsos, pressão da água, contracção do betão, etc.

Na betonagem das abóbadas empregaram-se *simples* móveis e telescópicos que na barragem americana deslisam sôbre carris fixados aos contrafortes. Na Argélia considerou-se uma solução dêste género cara e de difícil emprêgo. A dificuldade foi contornada usando simples suspensos nas armaduras das abóbadas. Por esta razão, previu-se uma armadura mixta formada por barras e por asnas soldadas com precauções extremas, de modo a darem tôdas as garantias de solidez. Estas asnas servem de armadura terminada a obra, mas durante a construção foram empregadas para manter as cofragens.

Também, na barragem de Bartlett foi possível fazer grande parte dos trabalhos em elevação, sem haver a necessidade de desviar as águas do rio, pelo estudo judicioso do programa de trabalhos. Assim, no fim de Junho os contrafortes estavam construídos até ao nível máximo das águas e, os arcos até ao nível médio, passando o caudal entre os contrafortes 3 e 4; de Julho a Outubro as abóbadas ímpares foram terminadas, passando as cheias por cima das abóbadas pares que serão acabadas de Novembro a Abril de 1939.

Terminamos aqui estas pequenas notas comparativas das duas novas barragens, parecendo-nos termos focado aquilo que cada uma delas apresenta de mais original, tanto no referente à concepção como à construção.

Génie Civil — 8 de Outubro de 1938
La Houille Blanche — Janeiro-Maio 1938

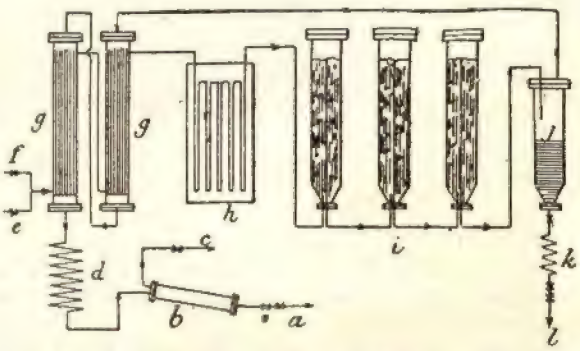
Os Aços-ao-Níquel e a hidrogenação dos Combustíveis

Algumas notas extraídas do artigo de M. Charles Berthelot

«Revue du Niquel» — Nov. 1938

As estatísticas avaliam em 50 milhões de dollars o prejuízo anual sofrido pelas refinarias de petróleo, nos E. U. A., devido à corrosão, apesar dum emprêgo já importante dos aços especiais. Por isto a indústria do petróleo faz apêlo à colaboração de especialidades doutros técnicos.

A metalurgia é uma das ciências que maior auxílio presta à indústria de carburantes, pois os aparelhos empregados trabalham em condições pouco prováveis para os materiais porque são constituídos, exigindo para estes, qualidades especiais de resistência mecânica e química.



"Esquema duma instalação de hidrogenação de carvão em fase líquida"

ASEA

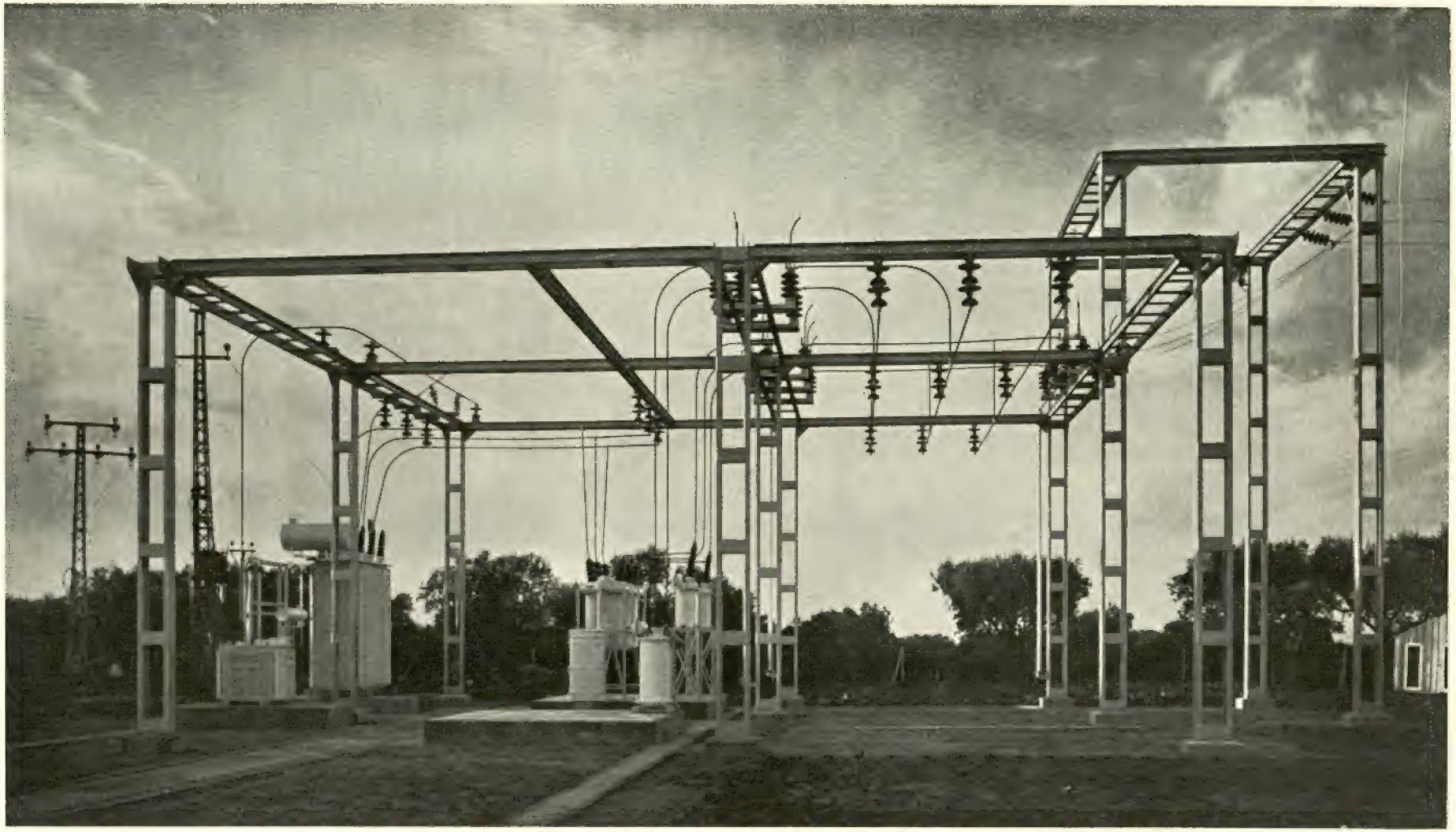
VÉSTERAS — SUÉCIA

REPRESENTANTES:

JAYME DA COSTA, L.DA

ENGENHEIROS

LISBOA PORTO



SUB-ESTAÇÃO DE CONDEIXA DA UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA
60000/30000/15000 Volts, 1500 kVA, fornecida pela ASEA em 1936

Grv. 147

JAYME DA COSTA, L.DA

ENGENHEIROS

PORTO
PRAÇA DA BATALHA, 12

LISBOA
RUA DOS CORREEIROS, 14

REPRESENTANTES DAS FIRMAS

ALLMÄNNA SVENSKA ELEKTRISKA A.B. **(ASEA)**, VÉSTERAS, SUÉCIA

Motores e geradores de corrente contínua e alterna, transformadores, aparelhagem de alta e de baixa tensão. Ascensores, monta-cargas e gruas. Máquinas eléctricas especiais para as indústrias de fiação, tecelagem, papel, etc. Electrificação completa de fábricas, caminhos de ferro, etc.

SVENSKA TURBINFABRIKS A.B. LJUNGSTRÖM, FINSPONG, SUÉCIA

Turbinas a vapor **STAL.**

AKTIEBOLAGET ATLAS DIESEL, ESTOCOLMO, SUÉCIA

Motores a óleos pesados estacionários e marítimos **POLAR.**
Compressores e ferramentas pneumáticas **ATLAS.**

AKTIEBOLAGET PENTAVERKEN, SKÖVDE, SUÉCIA

Motores marítimos **PENTA** a gasolina, petróleo e óleo. Moto-bombas, grupos electrogéneos.

LANDIS & GYR S.A., ZUG, SUISSA

Contadores eléctricos e aparelhos derivados, relógios e auto-interruptores.

GEBR. RITZ & SCHWEIZER, SCHWÄB, GMÜND, ALEMANHA

Bombas centrífugas, de alta e baixa pressão.

BAMFORDS, LTD., UTTOXETER, INGLATERRA

Motores Diesel de pequenas potências, motores a gasolina e petróleo.

SANDVIKENS JERNVERKS AKTIEBOLAG, SANDVIKEN, SUÉCIA

Aços para tôdas as aplicações.

LOUIS BRENTA, BRUXELAS, BÉLGICA

Serras de fita para trabalhar madeira, com e sem chariot.

JEAN VICAN, CASTELJALOUX, FRANÇA

Máquinas para trabalhar madeira.

AKTIEBOLAGET BALTIC, ESTOCOLMO, SUÉCIA

Desnatadeiras, batedeiras, máquinas para o tratamento do leite.

BERLIN-ANHALTISCHE MASCHINENBAU, A. G., DESSAU, ALEMANHA **(BAMAG).**

Materiais para transmissões, aparelhos diferenciais eléctricos, tensores de correia.

BERLINER MASCHINENBAU-A. G. (SCHWARTZKOPFF), BERLIM, ALEMANHA

Locomotivas a vapor e a óleo, material para caminhos de ferro.

Eis nas suas linhas mais gerais uma instalação de hidrogenação em fase líquida.

O óleo a despolimerizar é aspirado em *f* por uma bomba e mistura-ne na base dum preaquecedor *g*, com hidrogénio sob pressão vindo de *e*. Os preaquecedores são em número de dois. A mistura de óleo e hidrogénio atravessa sucessivamente os preaquecedores, um pipe-still *h*, e três convertidores ou câmaras de reacção *i*.

À saída da última câmara, os gases (hidrogénio e gases permanentes à base de metana) conjuntamente com vapores de essências e óleos, separam-se dos óleos pesados que ficam depositados na câmara *j*. Estes últimos que não foram transformados são, depois de arrefecidos em *k*, retirados por *l*.

Os gases e vapores voltam aos preaquecedores e vêm em seguida condensar-se em *d*. Atravessam depois o separador *b*, que separam os gases permanentes canalizando-os para os aparelhos de tratamento (lavagem e conversão) ao passo que os óleos são levados às instalações de refinação e distilação.

Em geral a reacção de hidrogenação dá-se a uma temperatura que vai de 460° a 510°, sob uma pressão de 200 a 300 atmosferas ou mesmo até 400, segundo a qualidade das essências a obter.

Daqui resulta que em especial os convertidores ou câmaras de reacção e os pipe-stills merecem um cuidado especial sob o ponto de vista metalúrgico, não só pelos regimes de temperatura e pressão a que estão submetidos, em presença de gases corrosivos (como hidrogénio, gás sulfídrico) e em fortes concentrações, como pelas avarias das quais possam resultar incêndios ou explosões.

Condições metalúrgicas às quais os pipe-stills devem obedecer:

O metal dêstes tubos cujo diâmetro interior chega muitas vezes a 100 m/m deve ser especialmente resistente à corrosão, visto que a superfície exterior está exposta a uma oxidação a alta temperatura, capaz de provocar «scaling» (1) e a uma oxidação devida aos gases de aquecimento (sulfurados) cuja temperatura vai até cêrca de 1000°.

Em geral os aços ao crómio resistem muito bem à oxidação; (isto resulta do facto do crómio dar por oxidação um óxido que tem exactamente o mesmo volume e é fortemente aderente evitando que a oxidação continue). O silício a 1,5 % tem a mesma acção que o crómio, até 850, ou até 980° na proporção de 3 %.

O molibdénio aumenta a resistência mecânica, resiste aos ataques do ácido clorídrico, mas facilita a formação de escamas.

O tungsténio tem as mesmas vantagens dêste último metal mas com grande resistência ao scaling.

O níquel resiste muito bem aos ácidos, melhora a resistência à oxidação e a carga de ruptura.

Por estas razões êstes metais entram freqüentemente na composição dos aços empregados nesta indústria. Actualmente são bastante usados os tubos de aço 18-8 (18 % de crómio e 8 % de níquel) pela boa resistência à corrosão e choque.

Em geral a velocidade de circulação da mistura óleo-hidrogénio dentro dos pipe-stills regula por 150 m/s. Esta velocidade faz diminuir bastante a corrosão devida às reacções de hidrogenação, contràriamente ao que sucede nas câmaras de reacção onde atinge o máximo (velocidade de poucos metros por segundo).

Para a construção das câmaras ou tubos de hidrogenação recorre-se a duas soluções:

A primeira reside no emprêgo de aços especiais com resistências, química e mecânica, adequadas às funções a desempenhar — (processo do «tubo quente», especialmente usado em França).

A segunda consiste em dividir as funções do metal e adoptar disposições construtivas que o protegem do tubo de fôrça exterior das reações químicas.

No primeiro caso, segundo a temperatura interior do tubo, e segundo as condições de ataque, podem empregar-se aços ao crómio-molibdénio (C = 0,1 %; Cr = 6,0 %; Mo = 6,5 %) ou aços inoxidáveis tipo 18-8. Estes devem ter fraco teor de carbono: C — 0,07 %.

Se as condições de temperatura ou corrosão são muito elevadas, empregam-se então aços com grandes percentagens de elementos especiais (ex.: 25 % de crómio e 10 a 20 % de níquel; aço B.T. G. etc.). O emprêgo dêstes aços é limitado pelo preço.

Dum modo geral os elementos que se adicionam aos aços são: crómio, níquel, tungsténio, molibdénio, vanádio e glucínio.

Do segundo sistema temos por ex.: um brevet de Krupgs cujo aço do tubo de fôrça contém carbono (variando de 0,12 a 0,7) crómio, vanádio, tungsténio, niquel cobalto e manganês.

Para o revestimento da face interior: carbono (0,25) silicio (até 2 %) crómio, vanádio, molibdénio e níquel.

O vanádio, o molibdénio, o tungsténio e o crómio opõem-se à acção dos carburantes do hidrogénio.

Um exemplo da influência favorável da junção de tangsténio é dada pelos aços B. T. G. que contêm 57 % de níquel, 12 % de crómio e 1,7 % de tungsténio.

Estes aços são susceptíveis de resistir durante 20.000 horas ao hidrogénio, à pressão de 1.000 atmosferas e à temperatura de 500-550°.

(1) Scaling — tendência dos metais a formarem óxidos pouco aderentes que caem a partir de certa temperatura sob a forma de crostas ou escamas.

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

Les Pays du Nord dans L'Économie Mondiale
Danemark - Finlande - Islande
Norvège-Suède

Publié par les délegations pour le dévelopement de la Coopération Èconomique des Pays du Nord.

Ejnor Munksgaard — Copenhague — 1938

Êste magnífico trabalho publicado pelas delegações dos Países do Norte (Dinamarca, Finlândia, Islândia, Noruega, Suécia), constituídas por representantes dos vários ramos da vida económica dêstes países, é por assim dizer um apanhado geral da posição ocupada por êles na economia mundial, e da íntima colaboração dêstes estados em face dos problemas económicos comuns.

Esta obra, muito bem apresentada, ilustrada com algumas fotografias, gráficos e quadros estatísticos, dá-nos uma idea clara da perfeita organização dêste conjunto de países, de 16 milhões de habitantes, das suas belezas naturais, do valor da sua agricultura, das suas florestas, riquezas minerais, e tôdas as suas variadas e florescentes indústrias. Mostra-nos que a cooperação dos países do Norte no domínio económico tem os seus limites naturais, formando cada país um sêr independente, sob o ponto de vista da política financeira e monetária.

Cada um dos 5 países tem a sua indústria e actividades económicas próprias. Não deixa contudo de haver uma solariedade de interêsses e de relações entre estes países que não nasceu por qualquer pressão dos governos dos 5 estados, mas sim expontâneamente tocando todos os pontos principais e vitais, de uma maneira contínua, da vida económica das diferentes nações com o único fim de progredirem.

C. A.

PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

PUBLICAÇÕES PERIÓDICAS

PORTUGAL

Agros — Setembro-Outubro de 1938.

Boletim da Junta Nacional da Cortiça — Novembro de 1938.

Boletim da Ordem dos Engenheiros — Outubro e Novembro de 1938.

Brotéria — Dezembro de 1938.

Clínica, Higiene e Hidrologia — Outubro de 1938.

Gazeta dos Caminhos de Ferro — 1 e 16 de Dezembro de 1938.

Humanidade — N.os de Dezembro de 1938.

Indústria Portuguesa — Novembro de 1938.

Mensagem — Junho e Julho de 1938.

Neptuno — Outubro de 1938.

O Mundo Português — Outubro e Novembro de 1938.

Ocidente — Dezembro de 1938.

Rádio - Moçambique — Setembro e Outubro de 1938.

Revista de Artilharia — Setembro de 1938.

Seara Nova — N.os 590 a 592.

ALEMANHA

El Progresso de la Ingenieria — Dezembro de 1938.

Revista AEG — N.º 2, de 1938.

Revista Siemens — N.º 3, de 1938.

ARGENTINA

Instituto Argentino de Racionalizacion de Materiales — Informaciones — Outubro de 1938.

BÉLGICA

Bulletin de L'Association International du Congrès des Chemins de Fer — Dezembro de 1938.

L'Ossature Metálique — Dezembro de 1938.

BRASIL

Boletim do Instituto de Engenharia — Setembro de 1938.

Revista Brasileira de Engenharia — Setembro de 1938.

FRANÇA

La Téchnique Sanitaire et Municipale — Outubro de 1938.

INGLATERRA

Shell Aviation-News — Agosto, Setembro e Outubro de 1938.

HOLANDA

Malaria Monthly — Dezembro de 1938.

ITÁLIA

Annali dei Lavori Pubblici — Agosto de 1938.

L'Elettrotecnica — 25 de Novembro de 1938.

SUÍÇA

Revue Brown Boveri — Dezembro de 1938.

Sulzer — N.º 3, de 1938.

PUBLICAÇÕES NÃO PERIÓDICAS

FRANÇA

Publicações do «Centre d'Information du Nickel»:

— **Considérations Sur Quelques Problèmes Posés Par Le Blanchissage Moderne** — por J. Chauvin.

— **L'Acier Inoxydable Soudé. Ses Applications Comme Matériel de Construction** — separata da «Revue du Nickel», de Janeiro de 1938.

Publicações das «Actualités Scientifiques et Industrielles»:

1 — Les Phénomènes D'Auto-Oscillation Dans Les Instalations Hydrauliques — Y. Rocard.

2 — Nécessaire Mathématique — Maurice Curie e Maurice Prost.

3 a 8 — Le Temps — Etude Phylosophique, Physiologique Et Psychologique — Joseph Sivadjian — Fascículos I, II, III, IV, V e VI.

9 — Hasard Et Contingence — J. Segond.

10 — Logique Du Pari — J. Segond.

11 — Etude Expérimentale De La Formation des Voyelles — Abbé Millet.

12 — La Chronaxie Et Ses Applications Physiologiques — Louis Lapicque.

13 — Lípides — E. F. Terroine.

14 — Stérides — E. F. Terroine.

15 — Action Dynamique Spécifique des Protides — G. Schaeffer e E. le Breton — Fascículos I, II.

16 — Énergétique, Métabolisme De Base Thermorégulatoin — R. Wurmser et L. Chevillard.

17 — Digestion — G. Delrue.

18 Respiration — D. Cordier, R. Lévy, L. Rapkine.

A CIÊNCIA E A PRÁTICA

Nestes tempos de desinquietação, os condutores de povos às vezes preguntam-se a si próprios qual, da ciência ou da prática, lhes mostra o melhor caminho a seguir.

Na realidade, a ciência e a prática vão de mãos dadas. E está tudo muito bem assim. É preciso que os homens de ciência possam confirmar as suas teorias pela prática.

Vários sábios como o Professor Rabow, o Professor Laubenheimer, Arthur Macdonald, Spitta e outros, verificaram que a quinina actuava favoràvelmente, não só para combater o paludismo como ainda para impedir a gripe.

Para os habitantes do continente europeu, é particularmente importante pôr em prática essa aquisição científica.

Em 1889, uma terrível epidemia de gripe, a que então se dava o nome de influenza, estalou na Europa. Pensou-se que o gérmen da moléstia tinha sido trazido do Turquestão com um lote de tapetes que então se encontrava nos depósitos dos armazéns do Louvre, em Paris. Em Novembro, a doença manifestou-se em alguns operários que tratavam dêsses tapetes. Em poucos dias, quási 700 pessoas, empregadas naquele grande estabelecimento, foram atingidas. Algumas semanas depois, a gripe tinha-se espalhado em todos os países da Europa.

No que respeita os países europeus, sobrevêm em cada inverno numerosos casos de gripe e os sábios, acima citados, mostraram-se verdadeiros beneméritos da humanidade ao publicarem as suas observações fundadas na prática, segundo as quais a quinina tomada todos os dias em doses de 20 a 30 centigramas constitui um meio seguro de protecção contra a gripe.

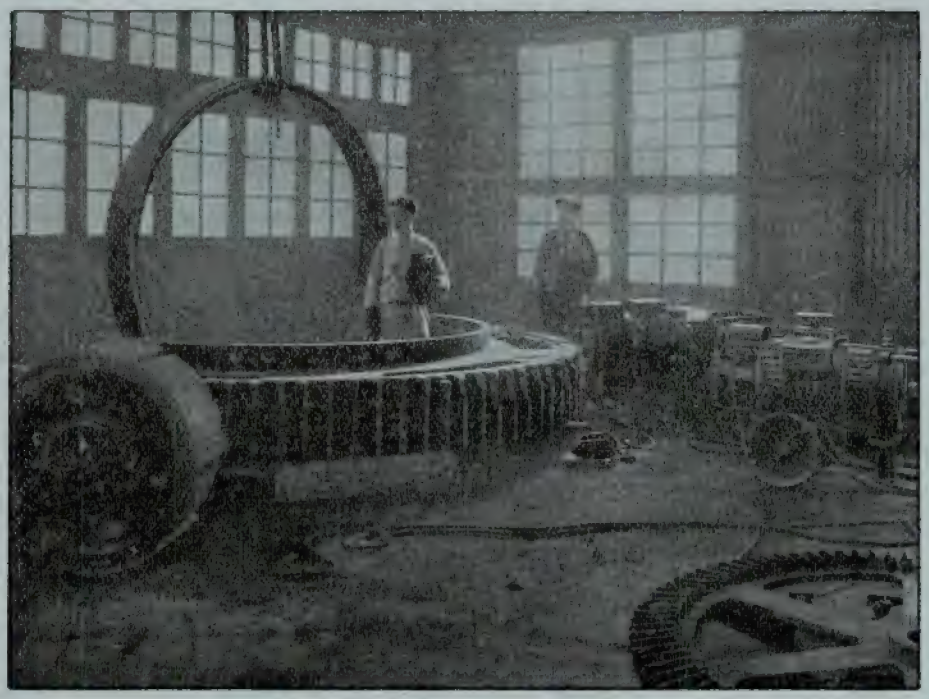
TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO I. S. T.

DIRECTOR: ROBERTO M. CHARTERS D'AZEVEDO
ADMINISTRADOR: PEDRO ARSÉNIO NUNES
BIBLIOTECÁRIO: CARLOS KRUS ABECASIS
CORPO REDACTORIAL: ISABEL MARIA GAGO, MANUEL REIS DE CARVALHO, ARTUR SILVA MARQUES

Propriedade e Edição da A. E. I. S. T.

AEG LUSITANA DE ELECTRICIDADE



Instalação de soldadura eléctrica por arco voltaico

Centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de caminhos de ferro. Máquinas para soldadura eléctrica por arco e resistência para tôdas as aplicações. Estações de transformação de qualquer capacidade e tensão. Accionamentos eléctricos especiais para fábricas texteis. Motores e aparelhagens para tôdas as indústrias.

Motores de duplo enrolamento
sem escôvas nem resistência de arranque

AEG

LISBOA
Rua dos Fanqueiros, 12 a 16

PORTO
Rua Sá da Bandeira, 209 a 215

PUBLICAÇÕES DA "TÉCNICA"

Modernas Concepções da Mecânica

Prof. MIRA FERNANDES

Viga de comprimento finito assente sôbre terreno elástico

Prof. G. MAGNEL

Tabelas de Resistência de Materiais

Prof. VICENTE FERREIRA

Regulamento de Pontes Metálicas

(1929)

Regulamento do Betão Armado

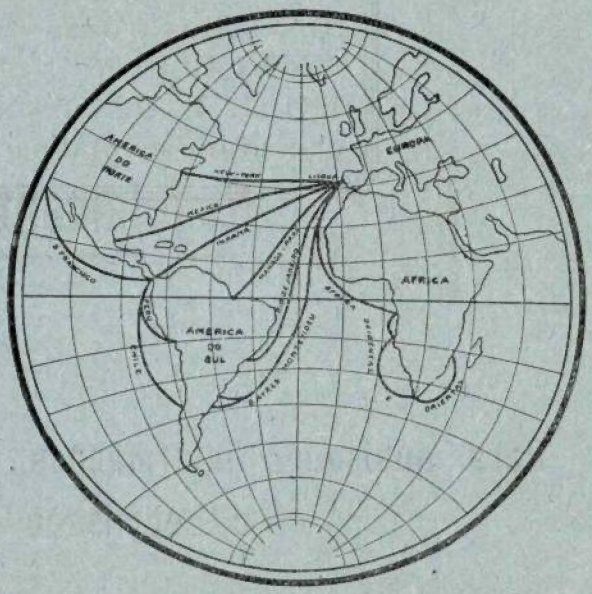
(1935)

A venda na redacção da TÉCNICA

PÔRTO DE LISBOA

Grande pôrto, pela sua posição geográfica, extensão e profundidade, com excepcionais condições de abrigo.
Cais, docas e aparelhagem com abundância.
Estaleiro de construção e reparação de navios.
Movimento de navios e de mercadorias notável.
Comunicações com tôda a Europa por caminho de estrada e pelo ar.

Dos grandes portos da Europa é o mais próximo dos Estados Unidos da América do Norte, — da América Central, — da América do Sul e da África Ocidental.



OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

Engenheiros!
Arquitectos!
Proprietários!
Mestres de obras!
Donas de casa!

As nossas 12 fábricas de produtos cerâmicos espalhadas pelo País, produzindo do barro vermelho a porcelana estão ao vosso serviço, estando também ao vosso serviço os nossos depósitos de exposição e venda em

Porto, Lisboa, Coimbra, Braga, Faro, Portimão, Leiria, Algoz, Santarém, Setúbal e Funchal.

Sem verificardes os nossos novos preços e qualidades, não deveis comprar

Azulejos brancos, decorados e artísticos
Ladrilhos de Cimento
Louças Sanitárias
Porcelanas de mesa e para electricidade
Louças de Faiança para Mesa e Cosinha
Telhas e Tijolos
Mosaicos de Grez Cerâmico
Produtos refractários
Louças decorativas

Companhia das Fábricas Cerâmica Lusitânia

Sede: R. DO ARCO CEGO, 88 — LISBOA

DEPENDENCIAS DO PORTO

Fábrica: Quinta do Roriz — Monte do Seminário — Escritório: Rua José Falcão, 174
Dependências de Coimbra: Estação Velha — Loreto

É DO VOSSO INTERESSE PREFERIR OS NOSSOS PRODUTOS

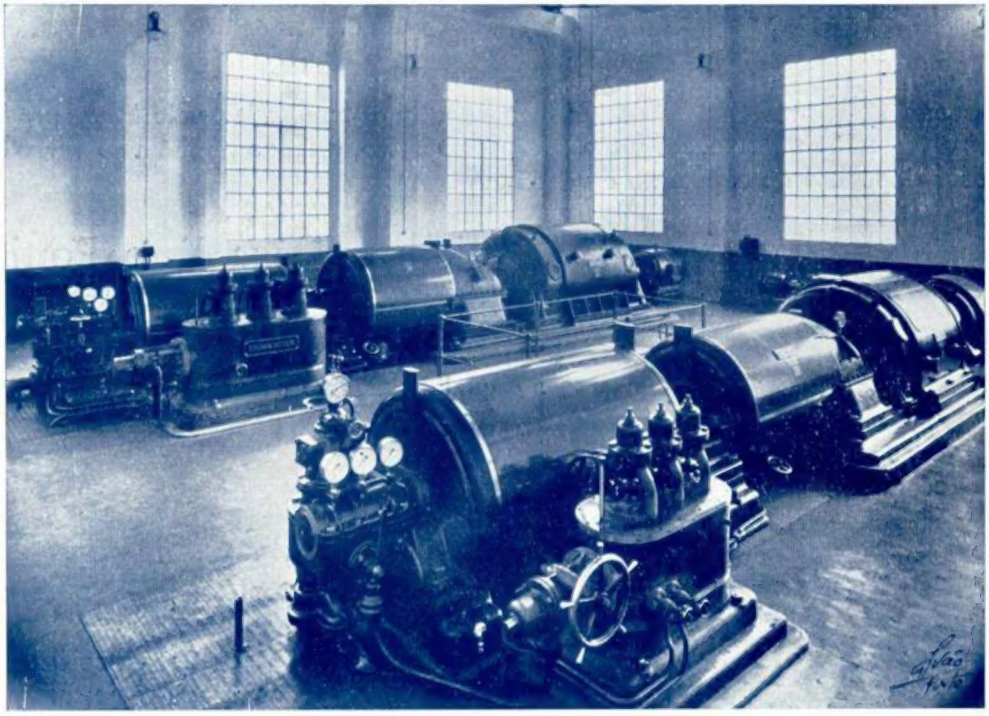
SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

BADEN (SUISSA)

A firma que instalou o maior número de kilowatts nas centrais Eléctricas Portuguesas

A firma que montou o maior número de turbinas a vapor em Portugal



SETÚBAL

Central da Cachofarra da Sociedade de Electrificação Urbana e Rural
Turbo-grupos a vapor «Brown-Boveri» de 2000 e de 6400 kilowatts

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Rua Passos Manuel, 191, 2.º // PORTO // Tel. 2 411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminhos de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diessel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, etc.